Untersuchungen

über

die Wirkung des Moorbodens als Dünger unter besonderer Berücksichtigung seines Stickstoffgehaltes

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der hohen philosophischen Fakultät der vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Fridо Herrmann
aus Lingen a/Ems

Halle a. S. 1907.

Referent: Kaiserlicher Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. **Wohltmann.**

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 5
Das Versuchsmaterial 9
Anordnung des Versuches 15
Saat, Vegetationsverlauf und Ernte 21
Die Versuchsergebnisse 27
a) Die Erträge an Trockensubstanz 33
b) Die Erträge an Stickstoff 33
c) Die Erträge an Asche 37
d) Vergleich der einzelnen Mehrerträge 39
Schlußfolgerungen 51
Schluß 53
Die Untersuchungsmethoden 55

Untersuchungen über die Wirkung des Moorbodens als Dünger unter besonderer Berücksichtigung seines Stickstoffgehaltes.

Einleitung.

An Ödländereien besitzt Preußen, Oldenburg und Bayern nach den Angaben von Grieb[1] etwa 3550000 ha. Ein nicht geringer Teil dieser Flächen besteht aus Moorboden. Eine genaue Statistik über die Ausdehnung der unkultivierten Moore in Deutschland gibt es nicht, doch ist es wohl berechtigt, anzunehmen, daß diese Ländereien etwa 200—300 Quadratmeilen[2] im Deutschen Reiche ausmachen. Diese Flächen sind nicht nur ihrer Oberfläche nach von großer Ausdehnung, sondern auch ihrem Volumen nach sind in diesen ganz gewaltige Moormassen enthalten. Ist es doch nicht selten, daß die Moorschicht eine Stärke von 2—3 m und mehr hat.

Besonders in den letzten Jahrzehnten war das Streben privatwirtschaftlich, wie auch von seiten der Regierungen darauf gerichtet, diese Moormassen für die Volkswirtschaft nutzbar zu machen. Dieses kann in der Weise geschehen, daß die Oberfläche des Moores in Acker- oder Wiesenland verwandelt wird. Eine Nutzbarmachung kann ferner dadurch erfolgen, daß das Moor zur Verwendung als Streumaterial dient und schließlich dadurch, daß das Moor in technischer Weise, z. B. als Brenntorf, eine Verwendung findet. Die Ausnutzung als Streumaterial ist in den letzten Jahren im Deutschen Reiche nicht unbedeutend gestiegen, doch eignen sich hierzu nur bestimmte Moorarten, ebenso wie bei der Verwertung des Moores in technischer Weise. Beide Arten der Verwendung ergeben nicht unbedeutende Massen von Abfallprodukten, die in dieser Weise nicht mehr ausgenutzt werden können. Die Verwandlung der Mooroberfläche in Acker- oder Wiesenland schreitet andererseits nur verhältnismäßig langsam vorwärts; häufig ist sie in rentabler Weise auch erst auszuführen, wenn der größte Teil des Moores abgebaut ist, wie es z. B. für die Ausführung der Fehnkultur erforderlich ist. Es liegt also in vielfacher Hinsicht im volkswirtschaftlichen Interesse, eine Verwertung des Moorbodens auf allen nur möglichen Wegen zu suchen.

---

[1] Dr. Grieb, Das europäische Ödland, seine Bedeutung und Kultur, Frankfurt 1898.
[2] Hugenberg, Innere Kolonisation im Nordwesten Deutschlands, Straßburg 1891.

Nach den Berechnungen von Fleischer[1] enthält 1 ha Moorfläche bis zu 20 cm Tiefe in Kilogramm:

	Stickstoff	Kali	Kalk	Phosphorsäure
Hochmoor (Moostorf) . . .	1450	54	450	72
Niederungsmoor	12500	500	20000	1250

Es sind also sehr große Mengen von Pflanzennährstoffen im Moorboden vorhanden. Wie die angeführten Zahlen zeigen, ist allerdings der Kali- und Phosphorsäuregehalt im Moorboden gering; die Ausnutzung dieser letzteren Nährstoffe wird deshalb von zurücktretender Bedeutung sein. Der Kalkgehalt ist dagegen besonders im Niederungsmoor ziemlich hoch; doch dürfte auch dieser zur Ausnutzung wenig in Frage kommen, da viele andere Kalklager dem Landwirt zur Verfügung stehen. Jedoch ist die Frage, ob der Stickstoffgehalt des Moores, der besonders im Niederungsmoor sehr hoch ist, eine Ausnutzung als Pflanzennährstoff ermöglicht, von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Ob eine Verwertung dieses Moorstickstoffes durch Düngung damit möglich ist, und in welchem Maße dieses geschehen kann, erscheint ganz besonders wichtig, da in der Landwirtschaft das Bedürfnis nach neuen Stickstoffquellen in neuerer Zeit ein immer größeres wird.

Der Stickstoff in den Mooren tritt in natürlichem Zustande fast ausschließlich in organischer Verbindung[2] auf. In dieser sehr schwer löslichen Form ist er als Pflanzennährstoff so gut wie gar nicht zu verwerten. Dieses zeigen uns viele Versuche, bei denen stets, auch bei sehr stickstoffreichen Moorböden, durch eine Düngung der Pflanzen mit Stickstoff ein bedeutender Mehrertrag erzielt wurde. Soll der im Moor enthaltene Stickstoff für die Pflanzen aufnahmefähig sein, so muß das Moor sich erst zersetzen, damit sich die organischen Stickstoffverbindungen desselben in für die Pflanzenernährung wichtige Verbindungen, wie in Ammoniak und schließlich in Salpetersäure umwandeln.

Das Moor zersetzt sich aber nur sehr schwer. Nähere Angaben hierüber befinden sich bei Dumont[3] in seinen Ausführungen über die Ursachen der Unfruchtbarkeit der Torfböden. Auf Grund von Nitrifikationsversuchen weist er nach, daß dem Moorboden so gut wie ganz das Vermögen fehlt, seine Stickstoffsubstanz in Ammoniak umzuwandeln. Dieses ist, wie Dumont annimmt, durch das auffallende Mißverhältnis bedingt, in welchem Kali und Stickstoff in den Torfböden sich befinden. Zusatz von kohlensaurem Kali führte bei seinen Versuchen eine wesentliche Vermehrung der Ammoniakbildung im Moor herbei.

Wichtige Untersuchungen über die Verwesungsfähigkeit der Moorsubstanz sind

---

[1] Mentzel u. Lengerkescher landw. Kalender 1892 S. 14.

[2] Wollny, Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen, Heidelberg 1897, S. 228.

[3] Nach Biedermanns Centralblatt für Agrikulturchemie 1902 S. 726.

ferner von Wollny[1] ausgeführt. Er weist auf Grund von Laboratoriumsversuchen nach, daß der Torf unter den für Düngezwecke in Betracht kommenden Substanzen am schwierigsten der Zersetzung unterliegt. Die Ursache hierfür ist nach Wollny in gewissen Eigenschaften des Torfes zu suchen, welche dem Wachstum und der Vermehrung der die Zersetzung herbeiführenden Mikroorganismen hinderlich sind. Zu diesen Eigenschaften gehört die große Wasserkapazität des Moores, die es verursacht, daß die Moorsubstanz fast ganz von der Luftzufuhr abgeschnitten wird, ein Leben der in Frage kommenden Organismen also nicht möglich ist. Die hohe Wasserkapazität bewirkt es auch, daß die Bodentemperatur im Moor eine verhältnismäßig niedrige ist, was ebenfalls das Gedeihen der Mikroorganismen sehr beeinflußt. Ferner ist ein Grund für die geringe Zersetzbarkeit des Moores in den in der Moorsubstanz enthaltenen Humussäuren zu suchen. Ein Zusatz von Ätzkalk zur Bindung dieser Säuren vermehrte nach den Versuchen von Wollny die Verwesungsfähigkeit des Torfes in erheblicher Weise.

Über die Möglichkeit der „Ausnutzung der im Moorboden vorhandenen Pflanzennährstoffe" geben uns schließlich verschiedene Untersuchungen der Moorversuchsstation zu Bremen[2] eine gewisse Aufklärung. Speziell zur Erforschung der „Formen des Stickstoffs im Moorboden" wurden hier Nitrifikationsversuche angestellt, bei denen jedesmal vorher ein wässeriger Auszug eines Mineralbodens, also hiermit auch eine Anzahl von Bakterien, die die Zersetzung des Moorstickstoffes herbeiführen sollten, in den Boden gebracht wurde. In Prozenten des Gesamtstickstoffs gingen hierbei im Durchschnitt sämtlicher Versuche in Salpetersäure über:

In nicht mit Kalk gemischtem Hochmoorboden	1,69 %
„ „ „ „ „ Niederungsmoorboden . . .	3,03 „
Im gekalkten Hochmoorboden	5,60 „
„ „ Niederungsmoorboden	3,69 „

Diese und ähnliche Versuche zeigen, daß eine Nitrifikation des Moorstickstoffes, also die Umwandlung desselben in eine für die Pflanze aufnehmbare Form möglich ist, wenn bestimmte Bedingungen im Moorboden vorhanden sind, die ein Gedeihen der die Nitrifikation herbeiführenden Mikroorganismen möglich machen. Daß diese Lebewesen im Moorboden ohne weiteres ihre Tätigkeit nicht entwickeln können, liegt, wie erwähnt, nach Wollny in erster Linie an seinen physikalischen Eigenschaften.

Ganz andere physikalische Eigenschaften besitzen die Mineralböden. Gerade im entgegengesetzten Sinne tritt uns dieses vor allem bei dem Sandboden entgegen. Während der Moorboden infolge seiner großen Wasserkapazität leicht an zu großer Nässe leidet und deswegen sich sehr schwer erwärmt, ist der Sandboden leicht zu trocken;

---

[1] Wollny a. a. O. S. 284 ff.

[2] Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1893 S. 355: Bericht über das Protokoll der 47. und 48. Sitzung der Zentralmoorkommission.

er erwärmt sich deshalb schnell und veranlaßt somit eine schnellere Zersetzung der in ihm vorhandenen organischen Substanzen. Hiernach ist also eine bessere Zersetzbarkeit der Moorsubstanz, damit auch eine Besserung der Aufnahmefähigkeit des Stickstoffgehaltes im Moor für die Pflanzen zu erwarten, wenn das Moor als Dünger benutzt auf einen Mineralboden gebracht und mit diesem gut gemischt wird.

Von verschiedenen Landwirten ist bereits der Moorboden in dieser Weise als Dünger benutzt worden, und zwar nicht ohne Erfolg. In der Literatur sind zuerst einige Angaben hierüber in Biedermanns Centralblatt[1] verzeichnet. Es handelt sich hier um einen Feldversuch auf sandigem Höhenboden mit Kartoffeln als Versuchspflanze. Neben anderen hier nicht in Frage kommenden Parzellen wurde eine Parzelle mit Stallmist, eine andere mit Torfmoor gedüngt; die erstere ergab einen Ertrag von 3825 kg, die letztere einen Ertrag von 4270 kg Kartoffeln. „Höchst auffällig", so heißt es in dem kurzen Bericht, „ist die Wirkung der reinen Torfdüngung, welche die der Stallmistdüngung nicht unerheblich übertraf; wahrscheinlich entstammte das angewandte Material sehr stickstoffreichem Niederungsmoor." Es fehlt also die Untersuchung des angewandten Materials, wie auch die Ausführung von Kontrollversuchen.

In größerem Umfange benutzte zuerst Neuhauß-Selchow[2] Moorerde zur Verbesserung des Sandbodens. Nach seinen Ausführungen brachte er seine Torferde, die 3% Stickstoff enthielt, also einem Niederungsmoor entstammen mußte, nicht direkt auf den Acker, sondern erst in die Düngerstätte, wo er sie mit dem Stallmist vermengte. Auf diese Weise gewann er weit mehr Viehdünger als bei Stroheinstreu, konnte seine Ackerflächen deshalb viel öfters mit Vieh- resp. Torfdünger befahren. Demgemäß stiegen auch die Erträge auf dem Acker derart, daß das von seinem Vorgänger bonitierte Gut mit 314 Morgen[3] Weizenboden, 314 Morgen Gerstenboden, 322 Morgen Haferboden und 670 Morgen Roggenboden bei der Aufnahme im Jahre 1878 als Gut mit 743 Morgen Weizenland, 582 Morgen Gerstenland, 402 Morgen Haferland und 71 Morgen Roggenland eingeschätzt wurde. Nach diesen Erfahrungen ist Neuhauß-Selchow deshalb wohl berechtigt, an andere Landwirte die Mahnung zu richten: „Nutzen Sie, die Sie Torferde, also Humus, haben, diesen dadurch reichlich aus, daß Sie ihn für die Pflanzenernährung nützlich machen."[4]

Genauere Untersuchungen über die Wirkung des Torfes als Meliorationsmittel hat v. Feilitzen[5] ausgeführt. Er hat mit verschiedenen Kulturpflanzen auf mehreren Bodenarten Versuche mit Torferde in der Art angestellt, daß er verschiedene Torfmengen,

---

[1] Biedermanns Centralblatt 1880 S. 869. Ein Düngungsversuch bei Kartoffeln mit Torferde, Ammoniaksuperphosphat und Chilisalpeter. Angaben aus den westpreußischen landw. Mitteilungen 1880. Autor nicht verzeichnet.

[2] Neuhauß-Selchow, Selchow contra Lupitz, Berlin 1891. — Sonst und jetzt in der Landwirtschaft auf leichtem Boden, Berlin 1894.

[3] a. a. O. S. 58.

[4] a. a. O. S. 63.

[5] Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1902 S. 191.

66 bis 264 cbm Torferde pro Hektar, mit den in Frage kommenden Bodenarten mischte. Stets übte die Zufuhr von Torf einen günstigen Einfluß auf die Ertragsfähigkeit der betreffenden Böden aus. Da in allen Fällen eine völlig ausreichende Düngung gegeben wurde, muß diese Wirkung hauptsächlich der physikalischen Verbesserung des Bodens zugeschrieben werden.

Doch auch eine Wirkung in chemischer Hinsicht ist bei dieser Verwendungsweise des Moorbodens nicht ausgeschlossen. Zunächst können die Humusstoffe des Moores, die hierdurch in den Boden gelangen, insofern günstig auf die chemische Beschaffenheit des Bodens einwirken, daß sie bei ihrer weiteren Zersetzung Kohlensäure entwickeln. Die Kohlensäure vermag aber bekanntermaßen einen wichtigen lösenden Einfluß auf verschiedene schwer lösliche Nährstoffe im Boden auszuüben. Noch ein anderer Umstand, der nicht unerwähnt bleiben darf, ist der, daß das Absorptionsvermögen für Pflanzennährstoffe durch den Humus erhöht und die Gefahr des Auswaschens deshalb verringert wird. Wichtig ist aber auch die Frage, ob in direkter Weise ein das Wachstum der Pflanzen fördernder Einfluß durch die im Moor enthaltenen Pflanzennährstoffe ausgeübt wird. Auf die Beantwortung dieser Frage ist im vorliegenden Versuch der Hauptwert gelegt worden; unter den Pflanzennährstoffen ist wiederum der im Moor enthaltene Stickstoff besonders berücksichtigt worden.

Folgende Fragen suchte ich durch den Versuch zu beantworten:

1. Wie wirkt eine Düngung mit Moorboden?
2. Wie wirkt eine Düngung mit Moorboden neben einer Kalkdüngung?
3. Wie wirkt eine Düngung mit Moorboden neben einer Düngung mit Stalldünger, bzw. Harn oder Kot?
4. Wie wirkt der im Moorboden vorhandene Stickstoff gegenüber dem Stickstoff im Stalldünger, Harn oder Kot?

Zur Beantwortung dieser Fragen erschien mir ein Versuch in Vegetationsgefäßen am geeignetsten, weil es in diesen allein möglich ist, alle diejenigen Faktoren, die auf den Ernteertrag von Einfluß sein können, deren Bedeutung aber nicht geprüft werden soll, möglichst gleich zu gestalten. Ich benutzte deshalb Vegetationsgefäße, doch nebenbei wurde von mir auch noch ein Parallelversuch im freien Lande ausgeführt, dessen Anordnung später beschrieben werden soll. Dieser Versuch sollte zeigen, ob eine Ertragssteigerung infolge der Moordüngung in demselben Sinne wie in den Gefäßversuchen ausfallen würde. Ein anderes Resultat war nicht ausgeschlossen, denn der Grad der Lockerung und Durchlüftung des Bodens, der Einfluß von Frost und Hitze, Regen und Sonnenschein, Nässe und Dürre sind Faktoren, die gerade für die Zersetzung der Moorsubstanz von großem Einfluß sind, die aber in den Vegetationsgefäßen ganz andere sind als im freien Lande.

Das Versuchsmaterial.

Im vorliegenden Versuche benutzte ich in erster Linie ein möglichst nährstoffreiches Niederungsmoor. Ich verschaffte mir aus verschiedenen Gegenden der Provinz

Sachsen Moorproben, unter denen ich nach den Ergebnissen meiner Analysen ein Niederungsmoor aus dem Fienerbruch auswählte. Der Boden stammt aus Dretzel bei Genthin. Dem Besitzer desselben, Herrn Rittmeister d. R. von Ostau, habe ich es zu danken, daß es mir möglich war, selbst die in Frage kommende Stelle in Augenschein zu nehmen und die Probenahme dort anzuordnen. Das Moor wurde auf einer Wiese gewonnen, auf die seit vielen Jahren kein Dünger irgendwelcher Art hingekommen ist. Nach den Bohrungen der geologischen Landesaufnahme befindet sich dort eine Humusschicht von 17 bis 20 dcm Mächtigkeit; der Untergrund besteht aus Sand ohne besondere Einlagerungen.

Bei der Probenahme wurde zuerst die oberste Schicht des Moores bis zu einer Tiefe von 30 cm abgeräumt und dann die darunter liegende Schicht bis zu einer Tiefe von ca. 70 cm ausgehoben. Es wurden nicht die untersten Schichten des Moores benutzt, weil nach in Bremen ausgeführten Untersuchungen der Stickstoffgehalt dort in den tieferen Lagen ein wenig abnimmt. Der hier gewonnene Boden mußte als ein stark zersetztes Niederungsmoor bezeichnet werden. Dieses zeigte sich vor allem darin, daß die Struktur der moorbildenden Pflanzen mit dem bloßen Auge nicht mehr erkennbar war, und daß nach dem Trocknen der Boden zum großen Teil mit den Fingern sich zerkrümeln ließ. Um den Gehalt an Pflanzennährstoffen zu ermitteln, wurde der Boden der chemischen Analyse[1] unterworfen. Das Ergebnis ist folgendes:

Der lufttrockene Boden hatte einen Trockensubstanzgehalt von 83,60 %. In der Trockensubstanz waren vorhanden:

unverbrennliche Bestandteile (Asche)	17,64 %
in Salzsäure unlösliche Aschenbestandteile	3,92 „
aufschließbare Kieselsäure	3,00 „
Eisenoxyd und Tonerde	3,40 „
Kalk	6,59 „
Phosphorsäure	0,35 „
Stickstoff	3,05 „

Wie die Analyse zeigt, ist das Moor reich an Stickstoff, ferner reich an Aschebestandteilen, unter diesen besonders an Kalk. Von dem Stickstoffgehalt dieses Moores zeigte sich nur ein sehr geringer Teil in Wasser löslich. Dieses wurde in der Weise nachgewiesen, daß mehrere Moorproben eine Stunde lang unter beständigem Schütteln mit Wasser ausgelaugt wurden. In dem hierdurch gewonnenen Filtrat wurde der Ammoniakstickstoff durch Destillieren mit Magnesia, in demselben Filtrat dann der übrige Sickstoff nach der Kjeldahlschen Methode bestimmt. Es waren in Summa nur 0,108 % N, ungefähr zur Hälfte als Ammoniakstickstoff und zur Hälfte als Stickstoff anderer Verbindungeu von dem im Moorboden befindlichen Stickstoff in dem Filtrat vorhanden, während als Salpeterstickstoff nur ganz geringe Spuren qualitativ sich nachweisen ließen.

[1] Näheres über die angewandten Untersuchungsmethoden im Anhang.

Zum Vergleiche wurde noch ein zweites Niederungsmoor im vorliegenden Versuche benutzt. Dieses bekam ich aus Mahlitz bei Schollehne, Kreis Stendal, dessen Besitzer, Herr Major a. D. von Katte, die große Freundlichkeit hatte, es mir zu verschaffen. Die Probe ist ebenfalls auf einer Wiese gewonnen, die seit mehreren Jahren nicht gedüngt ist. Die chemische Analyse zeigt, daß der Boden fast dieselbe Menge an Pflanzennährstoffen besitzt wie das Moor aus Dretzel. Vor allem der Stickstoffgehalt ist nahezu derselbe, worauf es im vorliegenden Versuche besonders ankam.

Die lufttrockne Substanz des Moores aus Mahlitz enthält 85,80 % Trockensubstanz.

Darin sind vorhanden:

unverbrennliche Bestandteile (Asche)	17,38 %
in Salzsäure unlösliche Bestandteile	2,52 „
aufschließbare Kieselsäure	4,15 „
Eisenoxyd und Tonerde	4,20 „
Kalk	6,19 „
Phosphorsäure	0,17 „
Stickstoff	3,13 „

Doch auch der an Pflanzennährstoffen verhältnismäßig arme Hochmoorboden wurde zu dem Versuche herangezogen. Durch seinen viel geringeren Gehalt an Pflanzennährstoffen, vor allem an Stickstoff, sollte es sich zeigen, ob sich ein Minderertrag gegenüber dem mit Niederungsmoor gedüngten Boden herausstellt, wenn es in derselben Menge angewandt wird. Das benutzte Hochmoor stammt aus dem im Westen der Provinz Hannover gelegenen Bourtangermoor. Dieses Moor zeigt deutlich zwei voneinander ganz verschiedene Schichten; es ist der jüngere Moostorf in einer Mächtigkeit von etwa 1 m, der zur Torfstreufabrikation sich besonders eignet, darunter der viel festere dunkle ältere Hochmoortorf, der als Brenntorf gute Verwendung finden kann. Ich ließ mir von beiden Moorarten eine Probe schicken, und zwar wurde diese an ein und derselben Stelle gewonnen,[1] der jüngere Moostorf aus einer Tiefe von 50 cm, der ältere aus einer Tiefe von ca. 1,50 m.

Die Beschaffenheit des jüngeren Moostorfes zeigt, daß er vor allem aus Sphagnum-Moosen entstanden ist, nur ganz vereinzelt sind Gräserreste zu finden. Das Moor zeigt noch deutlich die Struktur der Moose, es ist also als wenig zersetzt zu bezeichnen. Die chemische Analyse des lufttrockenen Bodens ergab folgendes Resultat:

Trockensubstanz		85,65 %
Darin:	unverbrennliche Bestandteile	2,13 „
	in Salzsäure unlösliche Bestandteile	1,21 „
	aufschließbare Kieselsäure	0,04 „

[1] Bei der Beschaffung desselben war in dankenswerter Weise Herr Beynbruch, der von der Provinz Hannover angestellte Moorvogt des Provinzialmoors, mir behilflich.

Eisenoxyd und Tonerde	0,14 %
Kalk	0,19 „
Phosphorsäure	0,04 „
Stickstoff	0,77 „

Weit mehr zersetzt war der ältere Hochmoortorf. In ihm sind deutlich Einschlüsse von Heidearten zu erkennen; ebenso auch noch wenig zersetzte Reste von Wollgrasfasern. Die chemische Analyse zeigt, daß auch dieser Hochmoortorf sehr arm an Pflanzennährstoffen ist.

Die lufttrockene Moorsubstanz enthält:

Trockensubstanz		89,33 %
Darin:	unverbrennliche Bestandteile	1,12 „
	in Salzsäure unlösliche Bestandteile	0,65 „
	aufschließbare Kieselsäure	0,02 „
	Eisenoxyd und Tonerde	0,14 „
	Kalk	0,17 „
	Phosphorsäure	0,04 „
	Stickstoff	0,86 „

Unter den Mineralböden wählte ich Sandboden aus, um bei diesem die Wirkung des Moorbodens als Dünger zu prüfen. Ich benutzte gerade den Sandboden, weil dieser, wie erwähnt, die entgegengesetzten physikalischen Eigenschaften wie der Moorboden besitzt, deshalb eine leichtere Zersetzung der Moorsubstanz, somit auch ein Hervortreten der düngenden Wirkung derselben in erster Linie zeigen konnte. Auch dürfte der Sandboden in der Praxis vor allem für eine Verbesserung durch Moorerde in Betracht kommen, weil er am meisten der Humusvermehrung bedarf. Häufig findet sich auch gerade in der Nähe der Moore sehr unfruchtbarer Sand. Aus diesem Grunde erschien mir die Wahl eines Sandbodens besonders zweckmäßig.

Ich benutzte im vorliegenden Versuche einen sehr unfruchtbaren Sandboden, dessen Beschaffung ich Seiner Exzellenz dem Wirklichen Geheimen Rat Herrn Professor Dr. J. Kühn zu danken habe. Der Boden wurde von seinem Rittergute Lindchen bei Petershain hierher geschickt. Er stammt von einem Ackerlande, das seit mehreren Jahren nicht mit Stallmist gedüngt ist, während künstliche Düngemittel in den letzten Jahren nur in sehr geringen Mengen angewendet wurden. Zur näheren Charakterisierung des Bodens wurde dieser der mechanischen und chemischen Analyse unterworfen.

Die Schlämmanalyse des durch das 3 mm-Sieb gebrachten Bodens, wie dieser zum Versuche benutzt wurde, ergab folgendes Resultat:

Abschlämmbare Bestandteile	10,18 %
Schlämmrückstand	89,82 „

Hiervon:	> 2 mm	0,102 %
	> 1 „	1,200 „
	> 0,5 „	5,922 „
	> 0,25 „	43,890 „
	< 0,25 „	38,706 „

Die Schlämmanalyse zeigt, daß der Boden von sehr feinkörniger Struktur ist. Die abschlämmbaren Teile (10,18 %) bestanden hauptsächlich aus feinen Quarzpartikelchen, wie das Mikroskop erkennen ließ, ferner aus geringen Mengen von Wurzelteilen. Dem Gewicht nach machten letztere nur sehr wenig aus, wie aus der niedrigen Zahl (0,973 %) für den Glühverlust hervorgeht.

Daß wir es wirklich mit einem an Pflanzennährstoffen sehr armen Boden zu tun haben, zeigt die chemische Analyse:

Trockensubstanz	99,29 %
Glühverlust	0,973 „
In heißer konzentrierter Salzsäure bei dreistündiger Einwirkung löslicher Anteil	1,912 „
Aufschließbare Kieselsäure	0,014 „
Eisenoxyd und Tonerde	1,098 „
Kalk	0,058 „
Magnesia	0,072 „
Kalium (K_2O)	0,021 „
Natrium (Na_2O)	0,045 „
Phosphorsäure	Spuren
Stickstoff	0,0578 „

Die angegebenen Zahlen sind auf lufttrockenen Boden bezogen. Sie zeigen, daß der vorliegende Sand an allen wichtigen Pflanzennährstoffen sehr arm ist.

Als Versuchspflanze diente der Winterroggen. Verschiedene Umstände ließen gerade den Winterroggen als die für die in Rede stehenden Untersuchungen geeignetste Versuchspflanze erscheinen. Für einen Düngungsversuch, bei dem die Wirksamkeit eines langsam sich zersetzenden organischen Stoffes, wie der Moorboden, untersucht werden sollte, erschien mir eine Pflanze am passendsten zu sein, die eine lange Vegetationszeit hat. Infolgedessen entschloß ich mich zur Wahl einer Wintergetreideart. Unter diesen ist der Roggen als sicherste und wichtigste Frucht des Sandbodens zu bezeichnen. Daneben besitzt der Roggen bestimmte Eigenschaften, die bei den anderen Getreidearten nicht so hervortreten. Hierher ist das große Aneignungsvermögen für Pflanzennährstoffe zu rechnen. Dieses hat wahrscheinlich seinen Hauptgrund in der kräftigen Wurzelbildung und reichen Wurzelverzweigung, die beim Roggen am größten von allen Halmgetreide-

arten ist. Daß aber eine Pflanze mit einem reichen Bewurzelungsvermögen, die viele Wurzelhaare entwickelt, gewählt wurde, erschien für den vorliegenden Versuch sehr wichtig, denn die Wurzelhaare, welche sich innig mit den Bodenpartikelchen verbinden, scheiden nicht nur Kohlensäure aus, welche die Aufschließung der Bodenbestandteile fördert, sondern scheiden auch eine Säure ab, die schwer lösliche Düngerbestandteile aufzuschließen vermag.[1] Auf Grund dieser Eigenschaften des Roggens erschien die Annahme berechtigt, daß bei einer Düngung mit Moorboden etwaige Unterschiede im Gedeihen der Pflanzen, außer durch die Wirkung des Moores auf die physikalische Beschaffenheit des Sandbodens, durch Verschiedenheiten in der Düngung hervorgerufen sein mußten.

Zur Aussaat gelangte der Petkuser-Roggen, der von Herrn v. Lochow, Petkus direkt bezogen wurde. Das Saatgut erschien genügend gleichmäßig, so daß von einer Körnerauswahl zur Aussaat abgesehen wurde.

Die im vorliegenden Versuche benutzten tierischen Exkremente wurden im Rassestall des hiesigen landwirtschaftlichen Instituts gesammelt. Kot und Harn wurden frisch kurz vor dem Füllen der Gefäße aufgefangen. Um Verluste an Stickstoff möglichst zu vermeiden, wurden die zum Auffangen benutzten Gefäße bis zur Verwendung der Exkremente stets gut bedeckt gehalten.

Zum Vergleich der düngenden Wirkung derselben wäre es zweckmäßig gewesen, mit den tierischen Exkrementen stets gleiche Mengen von Stickstoff in die Gefäße zu bringen. Doch dann hätten große Mengen von Kot und nur ganz wenig Harn benutzt werden können. Ich entschloß mich deshalb, vom Kot und Harn so viel als Dünger zu benutzen, wie in einer bestimmten Stalldüngergabe vorhanden ist. Der Stalldünger wurde aus diesem Grunde in der Art gewonnen, daß der aufgefangene Kot und Harn in dem Verhältnis, wie die betreffende Kuh diese Exkremente ausschied, gemischt wurde. Es wurden deshalb die Exkremente von einer Kuh aufgefangen, bei der zwecks eines anderen Versuches hier am landwirtschaftlichen Institut einige Tage zuvor die ausgeschiedenen Exkremente aufgefangen, und so das Verhältnis des ausgeschiedenen Harns zum Kot bestimmt war. Vor der Mischung des Harns mit dem Kot wurde festgestellt, wieviel Roggenstrohhäksel erforderlich ist, um die betreffende Harnmenge vollkommen aufzusaugen. Das sich hierdurch ergebende Strohquantum wurde zu der fraglichen Stalldüngermischung benutzt. Zum vorliegenden Versuche wurden 384 g Kot und 150 g Harn mit 30 g Roggenstrohhäksel gemischt.

An demselben Tage, an dem die Exkremente aufgefangen und als Dünger in die Gefäße gebracht wurden, wurden auch die erforderlichen Analysen im Laboratorium angesetzt. Diese ergaben folgende prozentische Zusammensetzung (bezogen auf frischen Zustand der Exkremente):

[1] Vgl. J. Kühn, „Versuche über die Phosphorsäurewirkung des Knochenmehls", Dresden 1898, S. 200.

	Kot	Harn	Stalldünger
Trockensubstanz	16,60	4,62	16,32
Darin: Stickstoff . . .	0,33	1,17	0,52[1]
Asche	1,90	3,74	2,51
Davon: Phosphorsäure .	0,17	—	0,15
Kali	0,12	1,62	0,56

Die gefundenen Zahlen zeigen, daß der Gehalt des Kotes und Harns an Pflanzennährstoffen im allgemeinen von mittlerer Beschaffenheit ist. Der Stalldünger hat einen verhältnismäßig hohen Gehalt an Stickstoff und an Phosphorsäure. Dieses rührt daher, daß in dem Gemisch viel weniger Stroh vorhanden ist, als es sonst zur Einstreu in der Praxis verwandt wird.

Als kalkhaltiges Düngemittel wählte ich frisch gebrannten, gemahlenen Ätzkalk aus, da ich diesem eine Zersetzung der Moorsubstanz in erster Linie zuschreiben durfte. Das erforderliche Material bekam ich in gut verschlossener Kiste aus Schraplau bei Oberröblingen am See. Die Analyse ergab einen Gehalt von 95,5% CaO.

Als phosphorsäurehaltiges Düngemittel wurde Thomasmehl, als kalihaltiges Düngemittel Kainit und schließlich als stickstoffhaltiges Düngemittel schwefelsaures Ammoniak benutzt. Die Analyse ergab als wesentlichste Stoffe:

1. Thomasmehl 14.49% Gesamtphosphorsäure, davon 13,30% zitronensäurelöslich,
2. Kainit 12,42% Kali,
3. Schwefelsaures Ammoniak 19,97% Stickstoff.

Anordnung des Versuches.

Auf Rat von Professor Holdefleiß, Halle a. S., benutzte ich zum Versuche aus starkem Glas bestehende Vegetationsgefäße, ähnlich wie diese bereits früher Hellriegel verwandte. Es hatte sich bei Versuchen am landwirtschaftlichen Institut der Universität Halle herausgestellt, daß in Zinkgefäßen bei Verwendung von Sand durch die Bestandteile der Düngung die Zinkwände angegriffen wurden, und demzufolge öfters eine Zinkvergiftung der Pflanzen eintrat. Ein Zerbrechen dieser Glasgefäße ließ sich bei genügender Vorsicht gut vermeiden; in vorliegendem Versuche zerbrach von 52 Gefäßen nur eins, das bereits vorher eine kleine Beschädigung hatte. Die benutzten Gefäße sind von zylindrischer Form; ihre Höhe beträgt 30 cm, ihr Durchmesser 20,6 cm, somit die Oberfläche 0,0333 qm.

Als besonders wichtig erschien es gerade im vorliegenden Versuche, für eine möglichst gute Durchlüftung des Bodens in den Gefäßen zu sorgen. Zu diesem Zwecke kam

---

[1] Aus der Berechnung des im Kot, Harn und Stroh gefundenen Stickstoffgehaltes ergibt sich für den Stalldünger ein Gehalt von 0,55% Stickstoff.

unten in jedes Gefäß eine ungefähr 3 cm starke Schicht groben Kieses (> 2 mm < 5 mm). Der Kies war bei der Gewinnung von Porzellanerde aus Kaolin ausgeschwemmt; er bestand aus fast chemisch reinen Quarzteilchen. Diese Kiesschicht wurde durch drei Glasröhren, die aus der Oberfläche des Bodens herausragten, mit der Außenluft in Verbindung gebracht, so daß Luft von unten in den im Gefäß befindlichen Boden gelangen konnte.

Die verschiedenen Bodenarten wurden vor dem Füllen der Gefäße vollkommen lufttrocken gemacht und dann durch ein 3 mm-Sieb gebracht. Die Bestandteile des Moores, die größer als 3 mm waren, wurden auf einem Ölkuchenbrecher vorher gemahlen. Von jedem so vorbereiteten Boden wurden Durchschnittsproben zur Untersuchung ins Laboratorium in luftdicht verschlossenen Glasgefäßen aufbewahrt.

Als Anhalt für die zu gebende Menge an Moor als Dünger kann in der Praxis das Gewicht des Moorbodens nicht dienen. Dieses ist bekanntlich sehr schwankend, weil wegen seines großen Wasseraufsaugungsvermögens das Moor zum Teil über das zehnfache seines eigentlichen Gewichtes an Wasser aufzunehmen vermag. Derartig benutzte Zahlen hätten deshalb auch keinen Wert für praktische Verhältnisse. Es wurde vielmehr die Berechnung nach dem Volumen zugrunde gelegt. Es wurde von allen Bodenarten in trockenem Zustande das Volumengewicht festgestellt, indem fünfmal ein Litergefäß unter möglichst gleicher Anwendung desselben Druckes mit dem betreffenden Boden gefüllt und dann gewogen wurde. Das Volumengewicht des lufttrockenen Bodens betrug im Mittel pro 1 Liter:

Sand	1260 g
Moor aus Dretzel	530 „
Moor aus Mahlitz	480 „
Hochmoor (j)[1]	55 „
Hochmoor (ä)[2]	125 „

Nach von Feilitzen,[3] der sehr verschiedene Mengen von Torf als Meliorationsmittel verwandte, erwies sich für die Praxis eine Düngung mit 100 bis 150 cbm pro ha „wahrscheinlich" am zweckmäßigsten. Damit der Einfluß des Faktors, der bei meinen Versuchen geprüft werden sollte, möglichst deutlich hervortrat,[4] entschloß ich mich zur Anwendung einer Moordüngung von 200 cbm pro ha. Hierin sind, für das Niederungsmoor aus Dretzel berechnet, an wichtigen Pflanzennährstoffen vorhanden:

2700 kg Stickstoff, 5840 kg Kalk, 309 kg Phosphorsäure. Unter Zugrundelegung des angegebenen Volumengewichts kommt hiernach folgende Moordüngung in das Gefäß (0,033 qm Oberfläche):

---

[1] Hochmoor (j) gleich jüngerer Moostorf aus der oberen Schicht,
[2] Hochmoor (ä) gleich älterer Hochmoortorf aus der unteren Schicht des Bourtangermoores.
[3] v. Feilitzen a. a. O. S. 196.
[4] Vgl. Liebscher, Journal für Landwirtschaft Bd. 43 S. 203.

Bezeichnung des Moores	lufttrockene Substanz	Darin sind enthalten an:		
		Stickstoff	Kalk	Phosphorsäure
Moor aus Dretzel	353	9,00	19,45	1,03
Moor aus Mahlitz	320	8,59	17,00	0,47
Hochmoor (j)	37	0,24	0,06	0,01
Hochmoor (ä)	83	0,64	0,13	0,03

Außerdem wurde aber auch noch in je 4 Gefäßen eine Düngung mit 300 bzw. 100 cbm Moorboden pro Hektar angewandt. Dieses macht für das Moor aus Dretzel im ersteren Fall 530 g (darin 13,51 g Stickstoff), im letzteren Fall 176 g (darin 4,49 g Stickstoff) lufttrockene Substanz pro Gefäß aus.

Um die düngende Wirkung des Stickstoffgehaltes im Moorboden prüfen zu können, mußten alle Gefäße als Grunddüngung eine für Höchsterträge ausreichende Gabe von Kali und Phosphorsäure erhalten. Ich entschloß mich zu einer Düngung mit 8 dz Kainit und 4 dz Thomasmehl pro Hektar; das macht für das Gefäß 2,66 g Kainit und 1,33 g Thomasmehl aus. Doch weil auf Grund von Versuchen sich herausgestellt hatte, daß ohne irgendeine Düngung mit Stickstoff kaum ein Ertrag auf dem sehr stickstoffarmen Lindchener Sand zur erwarten war, ein Ertrag der ungedüngten Gefäße aber zum Vergleich mit den mit Moorboden gedüngten erforderlich war, entschloß ich mich, als Grunddüngung auch ein ganz geringes Stickstoffquantum beizugeben. Es wurden 40 kg schwefelsaures Ammoniak pro Hektar gewählt, für das Gefäß also 0,13 g. An Kalk wurde für die in Frage kommenden Töpfe eine mittlere Düngung von 25 dz gebrannten Kalkes pro Hektar gegeben, pro Gefäß daher 8,33 g.

Wo die düngende Wirkung des Moorbodens neben einer Düngung mit tierischen Exkrementen untersucht werden sollte, mußte eine sehr geringe Gabe der letzteren gewählt werden, um neben dem Stickstoffgehalte in diesen noch eine düngende Wirkung des Stickstoffs im Moor erwarten zu dürfen. An Stalldünger wurden deshalb 200 dz pro Hektar, das ist 66,6 g pro Gefäß, benutzt; an Kot und an Harn wurde in den entsprechenden Gefäßen das Quantum angewandt, das in diesen 66,6 g Stalldünger unter Annahme durchschnittlicher Verhältnisse enthalten ist, d. i. 45,2 g Kot und 17,8 g Harn pro Gefäß.

Der Vegetationsversuch sollte nun folgende Fragen beantworten:

1. Wie wirkt eine Düngung mit Moorboden?
2. Wie wirkt eine Düngung mit Moorboden neben einer Kalkdüngung?
3. Wie wirkt eine Düngung mit Moorboden neben einer Düngung mit Stalldünger, Harn oder Kot?
4. Wie wirkt der im Moorboden vorhandene Stickstoff gegenüber dem Stickstoff im Stalldünger, Harn oder Kot?

Es wurden deshalb 4 Versuchsreihen angeordnet: die erste mit Sand allein, die zweite mit Sand und Moor, die dritte mit Sand und Kalk und endlich die vierte mit Sand, Kalk und Moor. Jede Versuchsreihe mußte wiederum in vier Teile zerfallen:

ohne Beidüngung, mit Beidüngung von Stalldünger, mit Beidüngung von Harn und schließlich mit Beidüngung von Kot. In diesen Versuchsreihen ist überall das Niederungsmoor aus Dretzel angewandt, und zwar eine Düngung von 50 cbm pro Hektar. Außerdem wurde noch in einigen Gefäßen die Wirkung einer Düngung von 75 und von 25 cbm Moor aus Dretzel pro Hektar, ferner zum Vergleich die Wirkung einer Düngung mit 50 cbm Niederungsmoor aus Mahlitz und schließlich die Wirkung einer Düngung mit 50 cbm Hochmoor aus der oberen und unteren Schicht des Bourtangermoores geprüft. Jedes Gefäß wurde zur Kontrolle doppelt angesetzt. Näheres über die Anordnung des Versuches ergibt sich aus den Tabellen.

Vor dem Füllen der Gefäße wurden die oben angegebenen Mengen an Moorboden mit der erforderlichen Sandmenge gut durcheinandergebracht; ebenso wurde mit dieser Erdmenge auch der Kalk für die in Frage kommenden Gefäße gut gemischt. Das Füllen der Gefäße geschah in folgender Weise. In jedem Gefäß wurde zunächst der Boden mit einer 2—3 cm starken Kiesschicht so bedeckt, daß jedes Gefäß das Gewicht von 5000 g hatte. Auf diesen Kies wurde eine ca. 12 cm hohe Schicht Erde gebracht, die ohne besondere Düngung blieb. Dann wurden 4000 g Boden in einer großen Schale besonders abgewogen und in dieser die erforderlichen Mengen an künstlichen Düngemitteln, ferner an Stalldünger, Kot bzw. Harn möglichst innig mit dem Boden vermischt. In die oberste 2—3 cm starke Schicht kam wiederum eine Erdmischung ohne besondere Düngung.

Aus Gründen, die mit der physikalischen Beschaffenheit des Bodens zusammenhängen, war es erforderlich, daß die Dichtigkeit der Erdlagerung in allen Gefäßen möglichst gleich war.[1] Es wurden deshalb immer erst 2000 g Boden in das Gefäß gebracht, diese dann geebnet und schließlich unter möglichst gleichbleibendem Kraftaufwande ein wenig angedrückt. Dann folgten die nächsten 2000 g Boden, mit denen in derselben Weise verfahren wurde.

Das Gewicht des in das Gefäß gelangten lufttrockenen Bodens betrug in Summa 10 000 g. In den Gefäßen aber, die nur mit Sand gefüllt werden mußten, reichte dieses Erdquantum nicht aus, um einen Rand von 2—3 cm oben am Gefäß freizulassen. Ein Liter Sand wiegt, wie bereits erwähnt, 1260 g, während ein Liter Moor aus Dretzel nur 530 g wiegt. Es mußte in diese Gefäße 600 g Sand mehr hineingebracht werden, in Summa also 10600 g, um eventuelle Unterschiede des überstehenden Randes, die für die Oberfläche des Gefäßes wichtig sein könnten, zu vermeiden.

Eine besonders wichtige Anforderung, die an jeden Vegetationsversuch gestellt werden muß, ist die möglichste Gleichgestaltung aller Produktionsfaktoren mit Ausnahme des zu prüfenden. Hierzu gehört im vorliegenden Versuche in erster Linie die Gleichgestaltung der für das Gedeihen der Pflanzen so einflußreichen Wasserverhältnisse. Es

[1] Wagner: Die Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Berlin 1892, Seite 14.

ist aber nicht allein die absolute Menge des in einem Gefäß enthaltenen Wassers, die für das Gedeihen der Pflanzen Bedeutung hat, sondern von großer Wichtigkeit ist auch das Verhältnis des absoluten Wassergehaltes zu derjenigen Feuchtigkeitsmenge, die der betreffende Boden überhaupt aufzunehmen vermag. Das Wasseraufsaugungsvermögen des Sandbodens ist aber viel geringer als das des Moorbodens. Wichtig war es also zu erfahren, in welchem Maße eine Zugabe von Moorboden die wasserfassende Kraft des Sandbodens vermehrte. Es wurden deshalb die im Versuch zu benutzenden Mischungen von Sand und Moor auf ihre Wasserkapazität hin nach der im Anhang besprochenen Methode untersucht; es ergaben sich hierfür folgende Werte für die wasserfassende Kraft:

Sand allein	21,6 %
Sand mit 25 cbm Niederungsmoor aus Dretzel pro Hektar gemischt	21,6 „
„ „ 50 „ „ „ „ „ „ „ „	22,4 „
„ „ 75 „ „ „ „ „ „ „ „	23,4 „
„ „ 50 „ „ „ Mahlitz „ „ „	22,2 „
„ „ 50 „ Hochmoor (j) gemischt	23,1 „
„ „ 50 „ „ (ä) „	21,6 „

Diese Zahlen zeigen, daß die im Versuch benutzten Moorgaben die Wasserkapazität des Sandbodens nur in sehr geringem Maße beeinflußt haben.[1] Zur Berechnung der erforderlichen Wassermenge für die einzelnen Bodenmischungen konnte deshalb von der verschiedenen Wasserkapazität derselben abgesehen werden; ich entschloß mich darum die mittlere Wasserkapazität von 22 % als Grundlage anzunehmen.

Über das zweckmäßigste Quantum des zuzuführenden Wassers geben uns die eingehenden Untersuchungen von E. Wollny Aufklärung. Er stellte ein besonders gutes Gedeihen der Pflanzen fest, wenn im Boden bis zu 60 % der wasserfassenden Kraft gesättigt waren. Es erschien mir deshalb auch im vorliegenden Versuch dieser Feuchtigkeitsgehalt am geeignetsten zu sein, zumal bei anderen Vegetationsversuchen sich gezeigt

[1] Erst wenn größere Mengen Moorboden mit dem Sand gemischt wurden, stieg die Wasserkapazität in bedeutenderem Maße. 75 cbm Moor aus Dretzel pro Hektar mit einer Sandschicht von 25 cm Tiefe gemischt, wie dieses in den Vegetationsgefäßen beim vorliegenden Versuche der Fall ist, entspricht einer Moorgabe von 17,8 Gewichtsprozenten. In welchem Maße die wasserfassende Kraft des Sandbodens bei Anwendung von größeren Moormengen beeinflußt wird, zeigen folgende Zahlen:

Die Wasserkapazität stieg infolge einer Mischung des Lindchener Sandes

mit 20 % Moor aus Dretzel auf	24 %
„ 30 „ „ „ „ „	28 „
„ 40 „ „ „ „ „	36 „
„ 60 „ „ „ „ „	45 „
„ 80 „ „ „ „ „	90 „
bei 100 „ „ „ „ „	110 „

hatte, daß hierbei in den Gefäßen weder ein den Pflanzen nachteiliger Überfluß an Wasser entsteht, noch auch der Wassermangel dauernd oder vorübergehend so groß wird, daß er die Entwicklung der Pflanzen hindert oder schädigt.

Das Gefäß faßt 10000 g lufttrockenen Bodens. Es vermag also bei 22 % Wasserkapazität 2200 g Wasser zu absorbieren; 60 % dieser Wassermenge beträgt 1320 g Wasser. Hierzu kommt noch 80 g für den im Gefäß enthaltenen Kies, der 130 g Wasser zu absorbieren vermochte. Die Wasserzufuhr wurde also in der Weise geregelt, daß die in jedem Gefäße vorhandene Menge Feuchtigkeit 1400 g betrug.[1]

Wie bereits erwähnt, wurde zum Vergleich auch ein Versuch im freien Lande angesetzt. Dieser sollte zeigen, ob die Zersetzung des Moorbodens, somit auch die düngende Wirkung desselben eine andere ist, wenn das Moor nicht in ein abgeschlossenes Vegetationsgefäß gebracht wird, sondern in das freie Land, wo die Luftzirkulation eine ganz andere ist. Um einen Vergleich möglich zu machen, mußte derselbe Sandboden wie in den Vegetationsgefäßen benutzt werden. Es war also erforderlich, diesen von dem Boden des Ackerlandes, in dem der Versuch angesetzt wurde, zu trennen. Ich ließ mir deshalb zwei Drahtkästen anfertigen, deren Seiten aus engmaschiger, an Eisenstäben befestigter Gaze bestanden. Die benutzten Kästen waren 1 m lang, 1 m breit und 30 cm tief. Sie wurden soweit in den Boden gebracht, daß, gefüllt mit Sand, ihre Oberfläche in gleicher Höhe mit der des umgebenden Ackerlandes war. Die für die Versuchspflanzen nutzbare Sandschicht betrug in den Versuchskästen 28 cm, in den Vegetationsgefäßen 25 cm; bei letzteren muß noch die unten befindliche Kiesschicht (2—3 cm) abgerechnet werden. Um möglichst zu vermeiden, daß durch das Bodenwasser Pflanzennährstoffe von dem umgebenden Ackerboden in den in die Kästen gebrachten Sand gelangten, wurden die Kästen an den Seiten und unten mit einer 20 cm starken Schicht Stubensand umgeben. Dieses war ein gut ausgewaschener weißer Sand, der keine nennenswerten Pflanzennährstoffe enthielt. Beide Kästen wurden gleich neben dem Platz, wo die Vegetationsgefäße aufgestellt wurden, in dem Lande des Versuchsgartens eingegraben.

Als Grunddüngung erhielten die beiden Kästen dieselben Nährstoffe wie die Vegetationsgefäße, pro Quadratmeter Oberfläche berechnet: 80 g Kainit, 40 g Thomasmehl und 4 g schwefelsaures Ammoniak. In jeden Kasten kam eine Kalkdüngung und außerdem in Kasten I eine Düngung mit Niederungsmoor aus Dretzel, beides in denselben Mengen gegeben, wie in den Vegetationsgefäßen, an Moor 50 cbm pro Hektar. Für den Kasten berechnet macht dieses 250 g Kalk und 20 Liter gleich 10600 g lufttrockenen Moores aus. Das Moor und der Kalk wurden, wie beim Füllen der Vegetationsgefäße, vor dem Einbringen in die Kästen vorher mit der ganzen Sandmenge gut gemischt; die Grunddüngung kam in eine Schicht von 3 bis 10 cm Tiefe, alles wie bei den Vegetationsgefäßen.

[1] In denjenigen Gefäßen, in denen 600 g Boden mehr enthalten waren, wurden dementsprechend 80 g Wasser mehr gegeben.

Saat, Vegetationsverlauf und Ernte.

Die Aussaat erfolgte am 23. September 1905, ein Saattermin, wie er wohl allgemein als zweckmäßig anzusprechen ist. Für jedes Gefäß wurden 15 Pflanzen bestimmt, also eine verhältnismäßig enge Stellung der Pflanzen; doch wurde diese gewählt, um mit einem möglichst reichen Wurzelsystem rechnen zu können. Um den einzelnen Pflanzen gleiche Wachstumsräume zur Verfügung zu stellen, wurde eine Pappscheibe von der Größe und Form der Gefäßoberfläche und mit 15 möglichst gleichmäßig verteilten Öffnungen versehen als Schablone auf die Fläche eines jeden Gefäßes gelegt und jede Stelle unter einer Öffnung mit einem Stäbchen markiert. An dieser so bezeichneten Stelle wurden 3 Samenkörner 1,5—2 cm tief untergebracht. Es wurden 3 Samenkörner an jeder Stelle ausgelegt, um das Entstehen einer Fehlstelle zu verhüten, falls irgend ein Korn nicht keimen sollte.

Die Pflanzen gingen gut und gleichmäßig auf; ein Einfluß der Düngung war hierbei nicht zu erkennen. Wegen der milden Witterung fingen Anfang November die Pflanzen bereits an, sich zu bestocken. Es mußten deshalb, weil ein zu enger Bestand zu befürchten war, schon vor dem Winter die überflüssigen Pflanzen beseitigt werden. Dieses geschah in der Weise, daß die überzähligen Pflanzen mit einer Scheere direkt unterhalb des Erdbodens abgeschnitten und ganz flach unter den Boden gebracht wurden; so war eine Stoffausfuhr durch dieselben ausgeschlossen. Am Beginn der Vegetationszeit im Frühjahr kamen auf jedes Gefäß 15 Pflanzen.

Die Aussaat in den Versuchskästen erfolgte am 25. September, und zwar kamen auf jeden Kasten 95 Pflanzlöcher, verteilt auf 5 Reihen; in diesen war wieder ein Abstand von 5 cm von Pflanze zu Pflanze. Auch hier war ein gleichmäßiges Aufgehen des Saatgutes zu beobachten, doch winterten in beiden Kästen an mehreren Stellen einige Pflanzen aus. Diese wurden durch Pflanzen von verhältnismäßig eng bestandenen Stellen ersetzt, die gut anwuchsen, so daß der Bestand beider Kästen ein gleichmäßiger war.

Dem Direktor des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle, dem Wirklichen Geheimen Rat Prof. Dr. J. Kühn habe ich es zu danken, daß mir zwei für Vegetationsversuche eingerichtete Wagen zur Verfügung gestellt wurden, auf denen die Gefäße bei Regen und während des Frostwetters in ein Glashaus geschoben werden konnten. In diesem konnte während des Winters die Temperatur so geregelt werden, daß bei Frostwetter die Temperatur zwischen 0 und 1° lag. Ein Wachstum der Pflanzen während des Winters wurde dadurch vermieden, ebenso eine Benachteiligung durch Frost.

Während der Nacht blieben die Wagen mit den Gefäßen stets im Gewächshaus, am Tage besorgte bei eintretendem Regenwetter eine im Garten ständig anwesende Person das Hereinschieben der Wagen in das Glashaus. Diese hatte auch die Vögel von den Pflanzen abzuwehren; es geschah dies in ausreichendem Maße, so daß kein durch

Vögel verursachter Schaden zu bemerken war. Dieses hat auch seinen Grund mit darin, daß in der Nähe viel Weizen angebaut wurde, nach dem die Vögel bekanntlich viel lieber gehen als nach dem Roggen.

Der erforderliche Feuchtigkeitsgehalt, 1400 g Wasser pro Gefäß, wurde auf der Wage gleichmäßig gestaltet. Fehlten 600—700 g Wasser im Gefäß, also etwa die Hälfte der erforderlichen Menge, — dieses trat mit dem Beginn der Austrocknung der Oberfläche des Gefäßes ein —, dann wurde die nötige Feuchtigkeit durch hinzugegebenes Leitungswasser ersetzt. Weil während der Hauptwachstumsperiode der Wasserverbrauch am wichtigsten ist, wurde in derselben die Menge an Wasser, die bei der Wägung zugegeben werden mußte, zahlenmäßig festgestellt.

Tabelle I.

Wasserverbrauch der einzelnen Vegetationsgefäße, durch Wiegen festgestellt während der Hauptvegetationsperiode vom 8. Mai bis 1. Juli.

Nr. der Gefäße	Inhalt	Gewogen am: 12. Mai	16. Mai	22. Mai	26. Mai	30. Mai	2. Juni	7. Juni	9. Juni	15. Juni	19. Juni	25. Juni	30. Juni	Gesamtwasserverbrauch pro Gefäß	Mittel
		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1	Sand	500	610	540	380	350	360	410	420	460	570	600	440	5640	5740
2	„	500	690	400	450	350	380	400	390	520	620	640	500	5840	
3	Sand, Stalldünger	600	860	710	540	500	460	500	460	490	570	550	480	6720	6880
4	„ „	600	810	650	600	470	520	510	550	550	670	650	600	7040	
5	Sand, Harn . . .	650	810	650	650	400	550	450	550	350	700	700	650	7110	—
6	„ „ . . .	600	810	650	630	630	540	650	590	570[1]	—	—	—	—	
7	Sand, Kot . . .	600	570	470	370	460	450	400	330	570	650	770	550	6190	5430
8	„ „ . . .	470	430	360	310	260	300	350	360	430	450	600	350	4670	
9	Sand, Moor[2] . .	600	730	630	550	400	370	330	350	350	500	450	380	5640	5805
10	„ „ . .	530	600	610	560	480	360	430	400	350	550	580	520	5970	
11	Sand, Moor, Stall-	650	860	760	800	670	520	580	650	630	730	700	570	8120	7930
12	dünger	650	920	740	800	650	570	600	560	450	620	680	500	7740	
13	Sand, Moor, Harn	600	770	750	650	560	510	500	510	410	610	650	600	7120	7255
14	„ „ „	780	830	710	740	580	510	450	550	520	600	600	520	7390	

[1] Gefäß wurde beschädigt und konnte deshalb nicht mehr auf die Wage gesetzt werden.

[2] Moor gleich Niederungsmoor aus Dretzel. Überall wo es nicht besonders bezeichnet ist, ist 50 cbm Moorboden pro Hektar angewandt.

Nr. der Gefäße	Inhalt	Gewogen am: 12. Mai g	16. Mai g	22. Mai g	26. Mai g	30. Mai g	2. Juni g	7. Juni g	9. Juni g	15. Juni g	19. Juni g	25. Juni g	30. Juni g	Gesamtwasserverbrauch pro Gefäß g	Mittel g
15	Sand, Moor, Kot	600	730	560	490	350	300	370	350	320	450	600	450	5570	5945
16	„ „ „	530	790	650	640	460	400	410	450	430	540	500	520	6320	
17	Sand, Kalk . . .	450	670	580	520	450	400	450	380	500	570	680	600	6250	5825
18	„ „ . . .	550	680	480	450	350	390	290	370	360	530	470	480	5400	
19	Sand, Kalk, Stalldünger	500	750	580	560	380	480	400	460	410	620	550	540	6230	5905
20		580	800	540	520	350	420	310	450	400	490	370	350	5580	
21	Sand, Kalk, Harn	620	770	670	700	570	620	540	630	640	770	760	700	7990	7590
22	„ „ „	620	840	700	600	520	480	510	470	550	650	700	550	7190	
23	Sand, Kalk, Kot .	500	720	490	450	320	370	350	450	410	510	400	350	5320	5965
24	„ „ „ .	550	730	560	580	400	500	450	510	460	650	600	620	6610	
25	Sand, Moor, Kalk	550	740	530	620	450	450	400	440	300	580	580	460	6100	6160
26	„ „ „	580	720	710	560	520	420	450	380	300	530	570	480	6220	
27	Sand, Moor, Kalk, Stalldünger	570	750	630	650	480	500	440	550	400	670	670	550	6860	7245
28		550	870	670	720	580	590	530	600	600	670	650	600	7630	
29	Sand, Moor, Kalk, Harn	550	740	650	570	500	450	480	430	300	510	470	480	6130	6425
30		600	750	730	600	550	470	510	480	500	560	520	450	6720	
31	Sand, Moor, Kalk, Kot	550	670	570	590	440	440	400	440	420	530	510	450	6010	6105
32		600	790	620	550	480	440	460	400	380	500	530	450	6200	
33	Sand, 75 cbm Moor	500	670	590	550	450	440	380	450	390	460	440	400	5720	5850
34	„ „ „ „	500	660	650	600	440	470	400	450	410	500	470	430	5980	
35	Sand, 75 cbm Moor, Kalk	550	770	620	550	540	480	480	460	360	480	520	450	6260	6540
36		600	700	700	570	590	480	520	520	390	550	600	600	6820	
37	Sand, 25 cbm Moor	400	670	650	600	520	470	450	450	400	620	710	650	6590	6015
38	„ „ „ „	550	660	610	480	390	330	350	330	280	430	580	450	5440	
39	Sand, 25 cbm Moor, Kalk	650	750	580	530	440	350	400	370	350	530	670	600	6220	6130
40		600	730	610	510	470	440	470	410	430	470	500	400	6040	
41	Sand, Moor aus Mahlitz . . .	610	810	590	650	500	480	420	480	410	560	580	550	6640	6115
42		600	790	640	530	400	300	400	320	360	400	470	380	5590	

Nr. der Gefäße	Inhalt	Gewogen am: 12. Mai g	16. Mai g	22. Mai g	26. Mai g	30. Mai g	2. Juni g	7. Juni g	9. Juni g	15. Juni g	19. Juni g	25. Juni g	30. Juni g	Gesamtwasserverbrauch pro Gefäß g	Mittel g
43	Sand, Moor aus	650	830	730	620	530	450	500	450	330	580	650	550	6870	6855
44	Mahlitz, Kalk	660	780	650	610	460	440	450	520	520	570	630	550	6840	
45	Sand,	450	700	460	460	320	350	330	380	370	480	450	420	5170	5540
46	Hochmoor (j)[1], Kalk	550	730	600	490	390	380	380	400	400	570	520	500	5910	
47	Sand, Hochmoor (j),	640	880	700	660	600	520	530	550	520	620	670	550	7440	7645
48	Kalk, Stalldünger	670	860	790	630	590	500	570	580	450	740	820	650	7850	
49	Sand,	470	730	560	500	390	350	380	400	460	600	530	500	5860	5475
50	Hochmoor (ä)[2], Kalk	440	640	540	420	340	300	310	350	310	490	400	540	5080	
51	Sand, Hochmoor (ä),	580	850	680	650	610	500	550	510	500	700	700	600	7410	6990
52	Kalk, Stalldünger	600	780	720	520	530	440	480	470	340	590	600	500	6570	

Wie Tabelle I zeigt, stimmen die beim Wiegen gefundenen Zahlen der Kontrollgefäße nicht gut überein. Besonders gering ist der Gesamtwasserverbrauch im Verhältnis zum Kontrollgefäß bei Gefäß 8, 23, 38 und 42. Trotzdem lassen sich aus dem Vergleiche der Zahlen betreffs des Gesamtwasserverbrauchs bemerkenswerte Unterschiede herausfinden. So hat überall dort, wo Niederungsmoor als Düngung zum Sand gegeben wurde, ein größerer Wasserverbrauch stattgefunden als in den mit Sand allein gefüllten Gefäßen. Dieser Unterschied ist noch bedeutend größer, wo neben dem Niederungsmoor außerdem Kalk zur Verwendung kam. Viel geringer ist jedoch der Wasserverbrauch in den mit Hochmoor gedüngten Gefäßen. Bemerkenswert ist schließlich noch, daß in den Gefäßen, wo neben Moorboden Stalldünger gegeben wurde, der Wasserverbrauch weit höher ist, als in den Gefäßen, wo neben Moorboden Harn zur Anwendung kam, während dieses Verhältnis in den Gefäßen ohne eine Moordüngung gerade umgekehrt ist. Alle diese Unterschiede sind auch durch Feststellung des Ertrags fast in demselben Verhältnis bestätigt. Es ist deshalb an dieser Stelle nur auf die wichtigsten Unterschiede hingewiesen, die Begründungen hierzu werden sich dann später aus dem Vergleich der einzelnen Erträge ergeben.

Um den Einfluß von Wind und Beschattung für die Pflanzen möglichst gleich zu gestalten, wurden die Gefäße nach dem Wiegen zum Zwecke der Wasserzuführung so umgesetzt, daß jedes Gefäß um einen Platz weiter rückte. Es kam also jedes Gefäß

[1] Hochmoor (j) gleich jüngerer Hochmoortorf (Moostorf) aus dem Bourtangermoor.
[2] Hochmoor (ä) gleich älterer Hochmoortorf aus dem Bourtangermoor.

immer dort zu stehen, wo das vorhergehende gestanden hatte, also schließlich auch einmal jedes Gefäß an jeden Platz.

Die Bestockung der Pflanzen war infolge des dichten Standes eine geringe. Das Erscheinen der ersten Ähre begann am 8. Mai und war am 12. dieses Monats bei allen Gefäßen zu beobachten. Der Eintritt der Blüte erstreckte sich bei den einzelnen Gefäßen auf die Zeit vom 15.—23. Mai. Weil diese Unterschiede nur verhältnismäßig gering sind, auch sonst die beobachteten Daten keine Schlüsse ziehen lassen, ist von einer Wiedergabe derselben abgesehen. Unterschiede im Aussehen der Pflanzen traten zuerst Anfang Mai hervor. In den mit Stalldünger, bzw. Harn gedüngten Gefäßen war ein üppigerer Pflanzenbestand und eine dunklere Färbung der Blätter als in den übrigen Gefäßen zu bemerken. Am dürftigsten war das Pflanzenwachstum in den Gefäßen ohne jede besondere Beidüngung. Gegenüber diesen war schon ein besserer Bestand in den mit Moor gedüngten Gefäßen zu erkennen. Am deutlichsten trat dieses hervor, wo eine starke Moordüngung und außerdem Kalk gegeben war.

Schädigungen der Pflanzen durch tierische oder pflanzliche Parasiten traten während der Vegetationszeit nicht auf. Nur Anfang April zeigte sich ein schwacher Befall von Mehltau (Erysiphe graminis). Durch Bestäuben mit Schwefelpulver wurde es erreicht, daß der Befall immer geringer wurde; bereits nach drei Wochen war er nicht mehr zu beobachten. Von einer in Frage kommenden Beschädigung der Pflanzen durch Mehltau kann also nicht die Rede sein; auch waren die Gefäße gleichmäßig befallen. Anfang Juni mußten die Pflanzen eine Stütze bekommen. Dieses wurde durch Aufstellen von vier dünnen Stäben erreicht, die oben mehrmals mittels Bast verbunden wurden. Trotz der angebrachten Stützen war es bei dem häufigen Umsetzen der Gefäße von dem Vegetationswagen auf die Wage nicht ganz zu vermeiden, daß bei dem hochgeschossenen Roggen nach dem Beginn der Körnerausbildung in einigen Gefäßen eine Ähre umknickte. Diese wurde dann freilich gleich besonders angebunden, doch zeigte später bei Feststellung des Ernteertrages eine solche Ähre nicht so voll ausgebildete Körner wie eine unbeschädigt gebliebene.

Auch die Pflanzen in den beiden Versuchskästen mußten eine Stütze erhalten. Es wurden deshalb an den 4 Ecken der Kästen Stäbe aufgestellt, die oben durch dünne horizontale Stangen verbunden wurden. Wie Tabelle II zeigt, trat im Sommer des Versuchsjahres keine außergewöhnlich trockene Zeit ein. Von einem Ersatz der verbrauchten Feuchtigkeit, wie dieses bei den Vegetationsgefäßen geschah, durch eventuelles Begießen der Pflanzen wurde deshalb ganz abgesehen. Die Beobachtungen über die Witterungsverhältnisse während der Vegetationszeit wurden von der meteorologischen Station des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle gemacht. Diese Station befindet sich ganz in der Nähe des aufgestellten Versuches in demselben Garten. Von den für den Versuch wichtigen Beobachtungen sind von September bis einschließlich Februar die Monatsmittel, während der Hauptvegetationszeit die Mittel der einzelnen Dekaden in Tabelle II zusammengestellt. Besondere Schädigungen der Pflanzen durch

Witterungsverhältnisse traten bei den Versuchskästen nicht ein, ebenso wie solche von tierischen oder pflanzlichen Schädlingen auch hier mit Ausnahme eines schwachen Mehltaubefalles nicht zu beobachten waren.

Tabelle II.

Die Witterungsverhältnisse während der Versuchsdauer.[1]

Monat	Mittlerer Luftdruck auf 0° und Normalschwere reduziert mm	Mittlere Temperatur Grad C	Mittlere relative Feuchtigkeit %	Mittlere Dauer des Sonnenscheins Stunden	Summe der Niederschläge Höhe in mm
1905. September . . .	52,2	7,7	78,3	3,08	73,1
Oktober	49,9	5,4	80,7	2,22	53,0
November	62,0	4,8	86,5	2,30	64,4
Dezember	59,2	3,8	88,5	0,75	34,6
1906. Januar	53,3	5,2	82,3	2,19	19,0
Februar	47,5	4,0	84,1	1,93	28,95
März, Dekade I .	52,8	7,3	74,2	5,7	12,0
„ „ II .	47,5	7,2	76,6	3,4	30,2
„ „ III . (von 11 Tagen)	47,8	6,8	78,1	4,8	14,5
April, Dekade I .	62,4	12,6	60,4	9,0	0,9
„ „ II .	53,2	11,7	66,3	6,7	27,1
„ „ III .	46,3	9,7	64,9	6,2	15,1
Mai, Dekade I .	52,6	13,6	62,0	10,5	0,2
„ „ II .	43,4	10,4	75,6	5,5	43,6
„ „ III . (von 11 Tagen)	51,8	9,4	76,8	5,4	20,8
Juni, Dekade I .	52,9	9,0	71,6	6,1	21,45
„ „ II .	52,7	11,1	72,7	8,1	48,5
„ „ III .	53,4	10,4	69,7	7,7	8,95
Juli, Dekade I .	54,1	9,4	76,2	6,6	39,2
„ „ II .	52,7	9,7	72,4	7,1	38,8
„ „ III . (von 11 Tagen)	52,6	12,0	71,2	10,5	23,1

Um ein möglichst gutes Vergleichsmaterial zu gewinnen, wurde mit der Ernte so lange gewartet, bis die Körner vollends gereift waren; dieses war erreicht, als das Stroh keine Spuren von grüner Farbe mehr zeigte. Die Ernte in den Vegetationsgefäßen fand am 14. Juli statt, die in den Versuchskästen am 1. August. Die Pflanzen

[1] Nach den Beobachtungen der meteorologischen Station des landwirtschaftlichen Instituts der Königl. Universität Halle a. S., ausgeführt von Prof. Dr. P. Holdefleiß.

wurden mit einer Schere dicht über der Oberfläche des Bodens abgeschnitten, in große Papiertüten gebracht und in diesen zum Nachtrocknen und Nachreifen in einem luftigen Raume aufgehangen. Anfang Oktober wurde die Feststellung der Körner-, Stroh- und Spreuerträge nach dem Gewicht ausgeführt; es konnte also hierbei von einem gut getrockneten Material die Rede sein. Die Trennung der Körner von Stroh und Spreu geschah in der Weise, daß erst die Ähren abgeschnitten und gewogen wurden. Dann wurden die Körner von der Spreu getrennt und gewogen. Die Differenz des Gewichts der Körner von der der Ähren gibt die in Tabelle III als Spreu bezeichnete Zahl an. Das mittlere Korngewicht wurde durch Abzählen und Wiegen von 200 Körnern festgestellt. Das Gewicht der geernteten Körner war in den einzelnen Gefäßen verhältnismäßig gleichmäßig. Das Wiegen von 300 abgezählten Körnern ergab fast dasselbe Resultat, so daß ich mich mit dem Abzählen von 200 Körnern begnügen konnte.

Zur chemischen Untersuchung wurden die Körner-, bzw. Stroh- und Spreuerträge der Parallelgefäße miteinander gut gemischt und dann gemeinsam untersucht. Die Untersuchung dieser Ernteprodukte wurde auf folgende drei Bestandteile ausgedehnt:

1. auf den Gehalt an Trockensubstanz, um hierdurch genauere Vergleichswerte zu erhalten;[1]

2. auf den Gehalt an Stickstoff als wichtigsten Bestandteil im vorliegenden Versuche;

3. auf den Gehalt an Asche, weil der prozentische Aschegehalt durch eine Stickstoffdüngung wesentlich beeinflußt wird.[2]

Die Versuchsergebnisse.

Die Erträge an lufttrockner Substanz sind in Tabelle III zusammengestellt. Zunächst muß die Frage beantwortet werden, ob es auf Grund meiner Versuchsresultate berechtigt ist, Schlüsse über die düngende Wirkung des Moorbodens zu ziehen. Hierfür ist die Übereinstimmung der einzelnen Kontrollgefäße maßgebend. Wie aus der Tabelle zu sehen ist, zeigen die Erträge an Körnern, Stroh und Spreu vieler Parallelgefäße verhältnismäßig große Schwankungen. Eine weit bessere Übereinstimmung finden wir bei den Zahlen, die das Gesamtergebnis der Ernte angeben. Als noch annehmbare Fehlergrenze wird hierbei vielfach eine Schwankung um 5 % um die Mittelzahl bezeichnet.[3] Ein Vergleich der Kontrollgefäße auf ihren Gesamtertrag hin zeigt, daß bei acht Parallelgefäßen diese Schwankung größer ist. Trotzdem erscheint es mir nicht berechtigt, die Versuchsergebnisse dieser Gefäße vollständig unberücksichtigt zu lassen. Es sind im vorliegenden Versuch bei den verschieden behandelten Gefäßen sehr große Unterschiede in

[1] Vgl. Wagner a. a. O. Seite 34.

[2] Vgl. Wagner a. a. O. Seite 176.

[3] Vgl. Wohltmann: Ein Beitrag zur Prüfung und Vervollkommnung der exakten Versuchsmethode zur Lösung schwebender Pflanzen- und Bodenkulturfragen. Dresden 1891 S. 124.

Tabelle

Erträge an lufttrockener

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh		Spreu	
		pro Gefäß g	Mittel g	pro Gefäß g	Mittel g	pro Gefäß g	Mittel g
1	Sand	8,60	**8,46**	18,10	**17,90**	3,00	**3,04**
2	„	8,32		17,70		3,08	
3	Sand, Stalldünger	13,50	**12,75**	23,09	**23,52**	3,71	**3,92**
4	„ „	12,00		23,96		4,14	
5	Sand, Harn	13,86	**14,12**	21,75	**22,21**	3,99	**3,83**
6	„ „	14,57		22,65		3,68	
7	Sand, Kot	10,98	**9,75**	20,68	**20,18**	3,34	**3,37**
8	„ „	8,51		19,58		3,31	
9	Sand, Moor[3]	8,50	**9,54**	22,22	**20,10**	3,48	**3,31**
10	„ „	10,58		17,98		3,14	
11	Sand, Moor, Stalldünger	18,59	**17,49**	20,50	**24,68**	4,61	**4,54**
12	„ „ „	16,38		28,85		4,47	
13	Sand, Moor, Harn	14,11	**13,32**	23,50	**23,78**	3,79	**4,00**
14	„ „ „	12,53		24,05		4,22	
15	Sand, Moor, Kot	10,72	**11,06**	24,09	**24,04**	3,89	**4,00**
16	„ „ „	11,40		23,98		4,12	
17	Sand, Kalk	10,05	**9,63**	20,88	**20,68**	3,07	**3,00**
18	„ „	9,20		20,48		2,92	
19	Sand, Kalk, Stalldünger	11,33	**11,37**	22,62	**24,98**	3,15	**3,20**
20	„ „ „	11,41		27,34		3,25	
21	Sand, Kalk, Harn	13,95	**13,64**	23,77	**23,74**	4,18	**3,88**
22	„ „ „	13,32		23,70		3,58	
23	Sand, Kalk, Kot	9,19	**10,09**	20,65	**20,37**	3,36	**3,90**
24	„ „ „	10,98		20,08		4,44	
25	Sand, Moor, Kalk	13,05	**12,10**	24,80	**23,00**	4,25	**3,80**
26	„ „ „	11,15		21,20		3,35	

[1] Über den prozentischen Gehalt an Stickstoff, zu dessen Feststellung die Ernten der beiden Kontrollgefäß

[2] Als verkümmerte Ähren sind kurze Ähren mit geringer Körnerausbildung bezeichnet.

[3] Moor bedeutet in dieser und den folgenden Tabellen Niederungsmoor aus Dretzel. Wo es nich

II.

Substanz pro Gefäß.

roh und Spreu		Gesamtertrag		Stickstoff[1] in:		Gesamtertrag an Stickstoff		Anzahl der Ähren		Durchschnittliches Korngewicht	Verhältnis von Körnern zu Stroh und Spreu. Stroh + Spreu = 100
o Gefäß	Mittel	pro Gefäß	Mittel	Körner	Stroh und Spreu	pro Gefäß	Mittel	gut ausgebildete	verkümmerte[2]		
g	g	g	g	g	g	g	g			mg	
1,10	20,94	29,7	29,4	0,141	0,127	0,268	0,263	16	1	17,48	41
0,78		29,1		0,134	0,125	0,259		14	—	17,94	40
,80	27,45	40,3	40,2	0,230	0,181	0,411	0,403	14	1	23,50	50
,10		40,1		0,205	0,190	0,395		16	3	20,85	43
,74	26,04	39,6	40,3	0,237	0,176	0,413	0,419	16	1	21,44	54
,33		40,9		0,248	0,179	0,427		15	—	23,10	55
1,22	23,56	35,2	33,3	0,176	0,138	0,314	0,290	13	1	21,84	45
2,89		31,4		0,137	0,130	0,267		11	4	20,09	37
5,70	23,41	34,2	33,0	0,153	0,157	0,310	0,315	15	1	16,74	33
1,12		31,7		0,190	0,129	0,319		12	2	22,61	50
5,11	29,22	43,7	46,7	0,321	0,146	0,467	0,471	16	1	24,08	74
3,32		49,7		0,282	0,194	0,476		17	1	21,48	49
7,29	27,78	41,4	41,1	0,243	0,186	0,429	0,419	16	1	21,16	52
8,27		40,8		0,216	0,193	0,409		16	3	18,38	44
7,98	28,04	38,7	39,1	0,173	0,157	0,330	0,336	17	1	18,70	38
8,10		39,5		0,184	0,158	0,342		13	2	19,93	41
3,95	23,68	34,0	33,3	0,177	0,159	0,336	0,327	13	1	20,43	42
3,40		32,6		0,162	0,155	0,317		13	—	20,40	39
5,77	28,18	37,1	39,6	0,203	0,188	0,391	0,405	13	2	22,60	44
0,59		42,0		0,204	0,215	0,419		13	—	19,65	37
7,95	27,62	41,9	41,3	0,238	0,199	0,437	0,430	16	—	19,80	50
7,28		40,6		0,229	0,194	0,423		14	2	21,90	49
4,01	24,27	33,2	34,4	0,156	0,157	0,313	0,330	13	1	21,38	39
4,52		35,5		0,186	0,160	0,346		14	1	21,87	45
9,05	26,80	42,1	38,9	0,218	0,178	0,396	0,365	20	—	19,88	45
4,55		35,7		0,185	0,150	0,335		14	2	19,74	45

esmal vereinigt wurden, gibt Tabelle V Aufklärung.

sonders bezeichnet ist, ist 50 cbm Moorboden pro Hektar als Düngung angewandt.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh		Spreu	
		pro Gefäß g	Mittel g	pro Gefäß g	Mittel g	pro Gefäß g	Mittel g
27	Sand, Moor, Kalk, Stalldünger	13,27	13,46	25,60	27,71	3,63	4,08
28	„ „ „ „	13,65		29,82		4,53	
29	Sand, Moor, Kalk, Harn	11,42	12,80	24,30	25,80	4,08	4,21
30	„ „ „ „	14,17		27,30		4,33	
31	Sand, Moor, Kalk, Kot	11,88	11,89	22,22	22,99	3,00	3,37
32	„ „ „ „	11,90		23,75		3,75	
33	Sand, 75 cbm Moor	9,71	10,51	22,46	23,46	3,23	3,63
34	„ 75 „ „	11,31		24,46		4,03	
35	Sand, 75 cbm Moor, Kalk	13,00	13,39	24,82	25,16	3,68	3,86
36	„ 75 „ „ „	13,77		25,47		4,04	
37	Sand, 25 cbm Moor	11,25	10,29	19,67	20,94	3,18	3,23
38	„ 25 „ „	9,32		22,20		3,28	
39	Sand, 25 cbm Moor, Kalk	11,75	11,06	23,13	22,87	3,62	3,52
40	„ 25 „ „ „	10,37		22,60		3,43	
41	Sand, Moor aus Mahlitz	10,70	10,21	20,50	22,02	3,60	3,77
42	„ „ „ „	9,72		23,54		3,94	
43	Sand, Moor aus Mahlitz, Kalk	13,59	12,35	23,30	22,85	4,21	4,11
44	„ „ „ „ „	11,10		22,40		4,00	
45	Sand, Hochmoor (j)[1], Kalk	8,65	9,70	21,42	22,06	3,33	3,49
46	„ „ „ „	10,75		22,70		3,65	
47	Sand, Hochmoor (j), Kalk, Stalldünger	14,90	15,11	30,85	29,65	4,55	4,54
48	„ „ „ „ „	15,32		28,45		4,53	
49	Sand, Hochmoor (ä)[2], Kalk	9,85	9,48	22,20	22,20	3,15	3,18
50	„ „ „ „	9,10		22,19		3,21	
51	Sand, Hochmoor (ä), Kalk, Stalldünger	14,87	13,83	29,50	27,59	4,33	3,94
52	„ „ „ „ „	12,78		25,68		3,54	
	Freilandversuch:						
I.	Sand, Moor, Kalk	409,0	—	584,0	—	83,0	—
II.	Sand, Kalk	286,5		428,0		60,5	

[1] Hochmoor (j) bedeutet jüngerer Hochmoortorf (Moostorf) aus dem Bourtangermoor.
[2] Hochmoor (ä) bedeutet älterer Hochmoortorf aus dem Bourtangermoor.

troh und Spreu		Gesamtertrag		Stickstoff[1] in:		Gesamtertrag an Stickstoff		Anzahl der Ähren		Durchschnittliches Korngewicht	Verhältnis von Körnern zu Stroh und Spreu Stroh + Spreu = 100
o Gefäß	Mittel	pro Gefäß	Mittel	Körner	Stroh und Spreu	pro Gefäß	Mittel	gut ausgebildete	verkümmerte	mg	
g	g	g	g	g	g	g	g				
29,23	31,79	42,5	45,3	0,254	0,166	0,420	0,438	13	2	23,44	45
34,35		48,0		0,261	0,195	0,456		18	—	19,51	40
28,38	30,01	39,8	42,8	0,204	0,195	0,399	0,435	15	4	20,27	40
31,63		45,8		0,254	0,217	0,471		18	—	21,32	45
25,22	26,36	37,1	38,3	0,206	0,153	0,359	0,365	14	—	22,14	47
27,50		39,4		0,206	0,166	0,372		16	1	20,51	43
25,69	27,09	35,4	37,7	0,165	0,161	0,326	0,348	15	2	16,39	38
28,49		39,8		0,192	0,178	0,370		17	—	19,29	40
28,50	29,01	41,5	42,4	0,227	0,178	0,405	0,416	16	—	21,26	46
29,51		43,2		0,241	0,185	0,426		16	1	23,26	47
22,85	24,17	34,1	34,5	0,186	0,140	0,326	0,316	15	2	23,41	49
25,48		34,8		0,154	0,156	0,310		14	1	17,97	37
26,75	26,39	38,5	37,5	0,195	0,157	0,352	0,339	15	3	23,89	44
26,03		36,4		0,173	0,154	0,327		15	4	19,21	40
24,10	25,79	34,8	36,0	0,178	0,141	0,319	0,321	15	3	19,85	44
27,48		37,2		0,162	0,160	0,322		15	1	17,77	35
27,51	26,96	41,1	39,3	0,227	0,161	0,388	0,363	17	—	22,79	49
26,40		37,5		0,185	0,154	0,339		18	—	19,46	42
24,75	25,55	33,4	35,3	0,141	0,151	0,292	0,314	14	2	17,82	35
26,35		37,1		0,175	0,161	0,336		15	—	19,70	41
35,40	34,19	50,3	49,3	0,238	0,192	0,430	0,429	16	2	22,01	42
32,98		48,3		0,249	0,178	0,427		18	1	21,52	47
25,35	25,38	35,2	34,9	0,162	0,155	0,317	0,310	13	2	21,03	39
25,40		34,5		0,149	0,155	0,304		16	—	19,43	36
33,83	31,53	48,7	45,4	0,246	0,185	0,431	0,402	17	1	20,79	44
29,22		42,0		0,211	0,160	0,371		16	—	21,10	44
667,0	—	1076	—	9,149	3,422	12,571	—	303	73	30,54	61
485,5		775		6,073	2,545	8,618		246	65	28,41	59

den Ernteresultaten hervorgetreten, teils über 100 %, aus denen die Schlüsse gezogen werden sollen; es werden deshalb kleine Schwankungen kaum große Irrtümer verursachen.

Auch dürfen im vorliegenden Versuche die für den Gesamtertrag an Trockensubstanz gefundenen Zahlen nicht als wichtigste Versuchsergebnisse betrachtet werden. Weit wichtiger erschienen mir die Werte, die den Gesamtertrag an Stickstoff angeben. Bei Betrachtung dieser Zahlen, wie sie auch in Tabelle III verzeichnet sind, ergibt sich, daß ein großer Unterschied zwischen den Parallelgefäßen im Gesamterntegewichte nicht immer mit einer großen Schwankung im Gesamtertrage an Stickstoff verbunden ist. Dieses erklärt sich in folgender Weise. Wir finden z. B. bei Gefäß 11 einen größeren Körnerertrag als bei Gefäß 12, während in Gefäß 12 weit mehr Stroh geerntet ist als bei 11. Es ergibt sich deshalb in dem Gesamterntegewicht ein bedeutender Mehrertrag des Gefäßes 12 gegenüber 11. Der Stickstoffgehalt in den Körnern ist aber weit höher als im Stroh. Es ist deshalb der Ertrag an Stickstoff in beiden Gefäßen fast gleich.

Dieser Unterschied in den beiden Kontrollgefäßen muß vor allem auf die individuelle Verschiedenheit der einzelnen Pflanzen geschoben werden. Das benutzte Saatgut war ein sehr gleichmäßiges. Eine Auswahl der Körner nach Volumen, Gewicht und Farbe wurde deshalb nicht ausgeführt, doch hätte diese vielleicht die Unterschiede etwas vermindert. Trotzdem mußte aber auch bei Samen, die im spezifischen und absoluten Gewicht, sowie in sonstigen äußerlich erkennbaren Eigenschaften vollkommen übereinstimmten, damit gerechnet werden, daß sie in ihrer innersten Organisation, in ihrer Vererbungsanlage voneinander abweichen können. Doch im vorliegenden Versuche kam es weniger darauf an, zu erfahren, wie der Ertrag an Körnern oder Stroh durch eine Düngung mit Moorboden gehoben wird, sondern vielmehr darauf, zu wissen, ob und in welchem Maße die Pflanze imstande ist, den im Moorboden enthaltenen Stickstoff auszunutzen. Wie dieses geschehen ist, zeigt uns die Summe des in den Ernteprodukten gefundenen Stickstoffquantums; ob der Stickstoff zur Körner- oder Strohproduktion verwandt ist, kommt weniger in Frage.

Wie Tabelle III zeigt, ist die Übereinstimmung des Gesamtertrages an Stickstoff in den Parallelgefäßen eine ziemlich genaue, in den Gefäßen 8, 26, 29, 33, 44, 45 und 52 findet sich freilich eine Schwankung um die Mittelzahl von etwas über 5 %; im Maximum beträgt sie 8 %.

Doch diese Schwankungen sind nicht so groß, wie sie aus der erfolgten Berechnung des Stickstoffertrages hervorgehen. Wie Tabelle III zeigt, ist fast überall, wo auffallend wenig Stickstoff geerntet ist, das mittlere Korngewicht viel geringer. Kleine Körner haben aber im allgemeinen einen höheren Stickstoffgehalt als große. Daß dieses auch im vorliegenden Versuch zutrifft, hat die chemische Untersuchung ergeben. Ein Vergleich der in Tabelle V angeführten Zahlen betreffs des Gehaltes an Stickstoff mit dem mittleren Korngewicht zeigt, daß in mehreren Fällen dort, wo Körner mit einem kleinen mittleren Korngewicht mit zur Untersuchung kamen, der prozentische Stickstoffgehalt im Verhältnis zu dem Gehalt der entsprechenden Gefäße beträchtlich höher ist.

Kleine Körner haben also einen größeren Ertrag an Stickstoff ergeben als große. Der prozentische Stickstoffgehalt der Ernteprodukte der einzelnen Parallelgefäße wurde aber gemeinsam untersucht und danach der Ertrag an Stickstoff für jedes Gefäß berechnet. Der Mehrertrag an Stickstoff, wie er sich ergab, wenn kleine Körner mit untersucht wurden, konnte deshalb bei der Berechnung des Ertrages bei den einzelnen Kontrollgefäßen nicht zur Geltung kommen.

Der Grund dafür, daß an Gewicht in dem einen Gefäß mehr geerntet wurde als in dem andern, wird wohl vor allem in dem Umknicken einzelner Halme zu suchen sein, was beim Umsetzen der Gefäße nicht ganz zu vermeiden war. Derartige Beschädigungen können aber Kornertragsverminderungen von über 30 %[1] verursachen.

Die zum Vergleich der Ernteergebnisse benutzten Zahlen sind hier sämtlich aus den Mittelzahlen berechnet worden, doch werden diese beim Ziehen wichtiger Schlüsse nur dann rückhaltslos angewendet werden, wenn eine Berechnung der Maximal- und Minimalerträge der einzelnen Kontrollgefäße nicht andere, womöglich entgegengesetzte Folgerungen ergibt. Um die durch die düngende Wirkung des Moorbodens veranlaßten Unterschiede klarer hervortreten zu lassen, sind zum Schluß jeder Rubrik die Erträge der „ungedüngten" Gefäße, d. h. derjenigen Gefäße, die außer der überall ausgeführten Grunddüngung keine besondere Nebendüngung erhielten, gleich 100 gesetzt, und diejenigen der übrigen Gefäße auf diesen Wert bezogen.

a) Die Erträge an Trockensubstanz.

Die Erträge an Trockensubstanz sind in Tabelle IV zusammengestellt, und zwar gibt uns diese Tabelle über den prozentischen Gehalt und über die geerntete Menge an Trockensubstanz Aufklärung. Der Gehalt an Trockensubstanz in den Körnern, wie im Stroh und in der Spreu, zeigt keine bemerkenswerten Unterschiede. Die ebenfalls in der Tabelle verzeichneten Durchschnittszahlen je einer Versuchsreihe, bestehend aus acht Gefäßen ergeben, daß durch die Moordüngung ein nicht unbedeutender Mehrertrag an Trockensubstanz in Körnern, wie in Stroh und Spreu erzielt ist. Dieser Mehrertrag ist bedeutend größer, wo neben Moor außerdem Kalk zur Anwendung gekommen ist. Wie Versuchsreihe III zeigt, hat die Kalkdüngung an und für sich schon den Ertrag bedeutend gehoben. Trotzdem zeigt aber der Ertrag von Versuchsreihe IV gegenüber dem von III, daß er kaum hinter dem Mehrertrag von Versuchsreihe II gegenüber dem von I zurücksteht. Der Mehrertrag an Körnern ist freilich in Versuchsreihe IV etwas geringer, der Mehrertrag an Stroh und Spreu, und deshalb auch der Gesamtertrag dagegen etwas größer.

b) Die Erträge an Stickstoff.

Den prozentischen Gehalt und den Ertrag an Stickstoff zeigt Tabelle V. Ein Vergleich der Durchschnittszahlen in den einzelnen Versuchsreihen zeigt, daß der prozentische Gehalt an Stickstoff durch die Moordüngung nicht herabgedrückt worden ist, son-

[1] Vgl. Fühlings landw. Zeitung 1906 S. 712. — Dr. Eberhart und Metzner, Die Wirkungen von Beschädigungen der Pflanzen auf Entwicklung und Ertrag.

Tabelle IV.

Mittelerträge an Trockensubstanz.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner			Stroh und Spreu			Gesamtertrag	
		Gehalt an Trockensubstanz %	Ernte an Trockensubstanz g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	Gehalt an Trockensubstanz %	Ernte an Trockensubstanz g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	Trockensubstanz g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100
	Versuchsreihe I.								
1 + 2	Sand	89,05	7,53	100	90,93	19,04	100	26,57	100
3 + 4	„ Stalldünger	89,17	11,37	151	91,15	25,02	131	36,39	137
5 + 6	„ Harn	89,10	12,58	167	90,85	23,65	124	36,23	136
7 + 8	„ Kot	89,05	8,68	115	90,98	21,43	113	30,11	113
1 — 8	Durchschnitt	89,09	10,04	133	90,98	22,28	117	32,32	122
	Versuchsreihe II.								
9 + 10	Sand, Moor	89,40	8,53	113	91,60	21,44	113	29,97	113
11 + 12	„ „ Stalldünger	89,24	15,61	207	91,57	26,76	141	42,37	159
13 + 14	„ „ Harn	89,91	11,98	159	90,49	25,14	132	37,12	139
15 + 16	„ „ Kot	89,22	9,87	131	91,67	25,70	135	35,57	134
9 — 16	Durchschnitt	89,44	11,50	153	91,33	24,76	130	36,26	136
	Versuchsreihe III.								
17 + 18	Sand, Kalk	88,92	8,56	114	91,24	21,61	113	30,17	114
19 + 20	„ „ Stalldünger	89,10	10,13	135	90,72	25,56	134	35,69	134
21 + 22	„ „ Harn	89,17	12,16	161	90,78	25,07	132	37,23	140
23 + 24	„ „ Kot	89,07	8,99	119	90,96	22,08	116	31,07	117
17 — 24	Durchschnitt	89,07	9,96	132	90,90	23,58	124	33,54	126
	Versuchsreihe IV.								
25 + 26	Sand, Moor, Kalk	88,95	10,76	143	91,36	24,48	129	35,24	133
27 + 28	„ „ „ Stalldünger	89,10	12,09	161	90,76	28,85	152	40,94	154
29 + 30	„ „ „ Harn	89,15	11,41	152	91,63	27,50	144	38,91	146
31 + 32	„ „ „ Kot	88,83	10,56	140	90,92	23,97	126	34,53	129
25 — 32	Durchschnitt	89,01	11,21	149	91,17	26,20	138	37,41	141
33 + 34	Sand, 75 cbm Moor	89,22	9,38	125	91,34	24,74	130	34,12	128
35 + 36	„ 75 „ „ Kalk	89,27	11,95	159	91,04	26,41	139	38,36	144
37 + 38	Sand, 25 cbm Moor	89,20	9,18	122	91,41	22,09	116	31,27	118
39 + 40	„ 25 „ „ Kalk	88,87	9,83	131	91,20	24,07	126	33,90	128
41 + 42	Sand, Moor aus Mahlitz	88,77	9,06	120	90,56	23,36	123	32,42	122
43 + 44	„ „ „ „ Kalk	88,55	10,93	145	90,42	24,38	128	35,31	133
45 + 46	Sand, Hochmoor (j), Kalk	89,35	8,67	115	90,41	23,10	121	31,77	120
47 + 48	Sand, Hochmoor (j), Kalk, Stalldünger	89,57	13,53	180	90,64	30,99	163	44,52	168
49 + 50	Sand, Hochmoor (ä), Kalk	89,77	8,51	113	91,23	23,15	122	31,66	119
51 + 52	Sand, Hochmoor (ä), Kalk, Stalldünger	89,60	12,39	165	90,65	28,58	150	40,97	154
	Freilandversuch.								
I.	Sand, Moor, Kalk	87,67	358,57	143	92,42	616,44	136	975,01	139
II.	Sand, Kalk	87,62	251,03	100	92,50	451,86	100	702,89	100

Tabelle V.

Mitteleträge an Stickstoff.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner			Stroh und Spreu			Gesamtertrag		Stickstoff im Gefäß ohne den Stickstoff im Moor	Stickstoff im Moor	Ausnutzung des Stickstoffs in Prozenten ohne Berücksichtigung des Stickstoffs im Moor	Mehrausnutzung in den mit Moor gedüngten Gefäßen im Verhältnis zu den entsprechenden Gefäßen ohne Moor
		Gehalt an Stickstoff %	Ernte an Stickstoff g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	Gehalt an Stickstoff %	Ernte an Stickstoff g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	Stickstoff g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	g	g	%	%
	Versuchsreihe I.												
+ 2	Sand	1,614	0,137	100	0,601	0,126	100	0,263	100	6,11	—	4,30	—
+ 4	„ Stalldünger . . .	1,706	0,217	158	0,676	0,186	148	0,403	153	6,46	—	6,24	—
+ 6	„ Harn	1,709	0,241	176	0,683	0,178	141	0,419	159	6,32	—	6,63	—
+ 8	„ Kot	1,604	0,156	114	0,569	0,134	106	0,290	111	6,26	—	4,63	—
— 8	Durchschnitt	1,658	0,188	137	0,632	0,156	124	0,344	131				
	Versuchsreihe II.												
+ 10	Sand, Moor	1,798	0,172	126	0,610	0,143	113	0,315	120	5,56	9,00	5,66	1,36
+ 12	„ „ Stalldünger .	1,725	0,301	220	0,583	0,170	135	0,471	179	5,91	9,00	7,97	1,73
+ 14	„ „ Harn . . .	1,722	0,229	167	0,683	0,190	151	0,419	159	5,77	9,00	7,26	0,63
+ 16	„ „ Kot . . .	1,614	0,179	131	0,562	0,158	125	0,337	128	5,71	9,00	5,90	1,27
— 16	Durchschnitt	1,715	0,220	161	0,610	0,165	131	0,385	147				
	Versuchsreihe III.												
+ 18	Sand, Kalk	1,763	0,170	124	0,662	0,157	125	0,327	124	6,11	—	5,35	—
+ 20	„ „ Stalldünger .	1,790	0,203	148	0,731	0,206	163	0,409	156	6,46	—	6,33	—
+ 22	„ „ Harn . . .	1,709	0,233	170	0,712	0,197	156	0,430	163	6,32	—	6,81	—
+ 24	„ „ Kot	1,695	0,171	125	0,655	0,159	126	0,330	125	6,26	—	5,27	—
— 24	Durchschnitt	1,739	0,194	142	0,690	0,180	143	0,374	142				

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner			Stroh und Spreu			Gesamtertrag		Stickstoff im Gefäß ohne den Stickstoff im Moor	Stickstoff im Moor	Ausnutzung des Stickstoffs in Prozenten ohne Berücksichtigung des Stickstoffs im Moor	Mehrausnutzung in den mit Moor gedüngten Gefäßen im Verhältnis zu den entsprechenden Gefäßen ohne Moor
		Gehalt an Stickstoff %	Ernte an Stickstoff g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	Gehalt an Stickstoff %	Ernte an Stickstoff g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	Stickstoff g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	g	g	%	%
	Versuchsreihe IV.												
25 + 26	Sand, Moor, Kalk .	1,668	0,201	147	0,612	0,164	130	0,365	139	5,56	9,00	6,56	1,21
27 + 28	Sand, Moor, Kalk, Stalldünger . . .	1,912	0,257	188	0,569	0,181	144	0,438	167	5,91	9,00	7,43	1,10
29 + 30	Sand, Moor, Kalk, Harn	1,790	0,229	167	0,686	0,206	163	0,435	165	5,77	9,00	7,54	0,73
31 + 32	Sand, Moor, Kalk, Kot	1,736	0,206	150	0,605	0,159	126	0,365	139	5,71	9,00	6,39	1,12
25 — 32	Durchschnitt	1,777	0,223	163	0,618	0,178	141	0,401	153				
33 + 34	Sand, 75 cbm Moor	1,695	0,178	130	0,626	0,170	135	0,348	132	5,46	13,51	6,37	2,07
35 + 36	Sand, 75 cbm Moor, Kalk	1,749	0,234	171	0,626	0,182	144	0,416	158	5,46	13,51	7,62	2,27
37 + 38	Sand, 25 cbm Moor	1,654	0,170	124	0,612	0,148	117	0,318	121	5,66	4,49	5,62	1,32
39 + 40	Sand, 25 cbm Moor, Kalk	1,668	0,184	134	0,591	0,155	123	0,339	129	5,66	4,49	6,00	0,65
41 + 42	Sand, Moor aus Mahlitz	1,668	0,170	124	0,584	0,151	120	0,321	122	5,58	8,59	5,75	1,45
43 + 44	Sand, Moor aus Mahlitz, Kalk . .	1,668	0,206	150	0,584	0,157	125	0,363	138	5,58	8,59	6,51	1,16
45 + 46	Sand, Hochmoor (j), Kalk	1,627	0,158	115	0,612	0,156	124	0,314	119	5,74	0,24	5,47	0,12
47 + 48	Sand, Hochmoor (j), Kalk, Stalldünger .	1,627	0,246	180	0,541	0,185	147	0,431	164	6,09	0,24	7,07	0,74
49 + 50	Sand, Hochmoor (ä), Kalk	1,640	0,155	113	0,612	0,155	123	0,310	114	5,72	0,64	5,42	0,07
51 + 52	Sand, Hochmoor (ä), Kalk, Stalldünger .	1,654	0,229	167	0,548	0,173	137	0,402	153	6,07	0,64	6,62	0,29
	Freilandversuch.												
I	Sand, Moor, Kalk .	2,237	9,149	151	0,513	3,422	134	12,571	148	207,44	270,5	6,06	1,91
II	Sand, Kalk	2,120	6,073	100	0,521	2,545	100	8,618	100	207,44	—	4,15	—

dern bei den Körnern sogar etwas höher ist, so daß die bei Besprechung der Erträge an Trockensubstanz erwähnten Unterschiede in den einzelnen Versuchsreihen noch etwas mehr zugunsten der Gefäße, in denen eine Düngung mit Moorboden angewandt ist, ausfallen.

Auffällig ist der abweichende Stickstoffgehalt in den Ernteprodukten der Freilandbeete von den in den Gefäßen geernteten Produkten. Der Stickstoffgehalt ist hier in den Körnern bedeutend höher, im Stroh und Spreu dagegen viel geringer. Auch das mittlere Korngewicht ist hier, wie Tabelle III zeigt, bedeutend größer. Es scheint hiernach, daß die Produktion von Körnern im freien Lande doch vollkommener ist als in den Vegetationsgefäßen.

Bemerkenswert ist schließlich der Unterschied im Mehrertrag, der sich durch eine Düngung mit Stalldünger, bzw. Harn in Versuchsreihe I und III gegenüber den Versuchsreihen II und IV ergeben hat. In Reihe II und IV, d. h., wo Moorboden zur Anwendung kam, ist durch Düngung mit Stalldünger mehr Stickstoff in den Körnern geerntet, als wo mit Harn gedüngt wurde, während bei einer Stalldüngergabe der Stickstoffertrag im Stroh niedriger ist als bei einer Düngung mit Harn. Diese Beziehungen verhalten sich in den Versuchsreihen I und III, wo kein Moorboden zur Düngung benutzt wurde, gerade umgekehrt. Eine später zu erwähnende Gegenüberstellung der einzelnen Erträge wird zeigen, daß neben einer Moorgabe die Düngung mit Harn nicht so gewirkt hat, als ohne eine Moorgabe. Das Moor hat also die Wirkung des Harnstickstoffes herabgesetzt, und zwar wahrscheinlich deshalb, weil es einen bindenden Einfluß auf denselben ausgeübt hat. Daß das Verhältnis im Körnerertrage gerade umgekehrt mit der Ernte an Stroh und Spreu ist, bestätigt die vor allem von Wagner[1] nachgewiesene Tatsache, daß bei einer nicht ausreichenden Düngung mit Stickstoff die Strohproduktion größer ist als die Körnerbildung, während bei einer reichlichen Stickstoffgabe die relative Körnerproduktion zunimmt.

c) Die Erträge an Asche.

Die in Tabelle VI zusammengestellten Zahlen bestätigen die durch verschiedene Untersuchungen[2] bereits gefundene Tatsache, daß eine Stickstoffdüngung den prozentischen Gehalt an Asche in Körnern, ganz besonders aber im Stroh und Spreu bedeutend herabdrückt. Dieses zeigt sich in den vorliegenden Resultaten bei der Stickstoffdüngung in Form von Stalldünger, von Harn und von Kot. Wo die Düngung durch den schwer aufnahmefähigen Kotstickstoff gegeben wurde, ist der prozentische Aschegehalt nur sehr wenig gefallen, bedeutend mehr bei der Düngung mit Stalldüngerstickstoff, am meisten bei der Düngung mit dem schnell wirkenden Harnstickstoff.

Viel geringer ist aber auch gegenüber den Gefäßen ohne Moor der prozentische Aschegehalt fast ohne Ausnahme dort, wo eine Düngung mit Niederungsmoor ausgeführt wurde, so daß trotz des bereits erwähnten, nicht unbedeutenden Mehrertrages

[1] Wagner a. a. O. S. 158.

[2] Wohltmann a. a. O. S. 149. — Wagner a. a. O. S. 117. — M. Fischer, Die wirtschaftlich wertvollen Bestandteile des Roggenkorns, Dresden 1893 S. 114.

Tabelle VI.

Mittelerträge an Asche.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner			Stroh und Spreu			Gesamtertrag	
		Gehalt an Asche %	Ernte an Asche g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	Gehalt an Asche %	Ernte an Asche g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100	Asche g	Verhältnis „Ungedüngt" = 100
	Versuchsreihe I.								
1 + 2	Sand	2,10	0,178	100	12,21	2,557	100	2,735	100
3 + 4	„ Stalldünger	1,97	0,251	141	11,05	3,033	119	3,284	120
5 + 6	„ Harn	1,83	0,258	145	11,01	2,867	112	3,125	114
7 + 8	„ Kot	2,04	0,199	112	10,06	2,370	93	2,569	94
1 — 8	Durchschnitt	1,90	0,222	125	11,08	2,707	106	2,929	107
	Versuchsreihe II.								
9 + 10	Sand, Moor	1,80	0,172	97	9,16	2,144	84	2,316	85
11 + 12	„ „ Stalldünger	1,77	0,310	174	8,62	2,519	98	2,829	103
13 + 14	„ „ Harn	1,83	0,244	137	9,32	2,589	101	2,833	104
15 + 16	„ „ Kot	1,90	0,210	118	8,75	2,454	96	2,664	97
9 — 16	Durchschnitt	1,83	0,234	132	8,96	2,427	95	2,661	97
	Versuchsreihe III.								
17 + 18	Sand, Kalk	1,98	0,191	108	11,15	2,640	103	2,831	104
19 + 20	„ „ Stalldünger	1,93	0,219	123	11,30	3,184	124	3,403	124
21 + 22	„ „ Harn	1,88	0,256	144	11,24	3,104	121	3,360	123
23 + 24	„ „ Kot	2,05	0,207	116	11,40	2,767	108	2,974	109
17 — 24	Durchschnitt	1,96	0,218	123	11,27	2,924	114	3,142	115
	Versuchsreihe IV.								
25 + 26	Sand, Moor, Kalk	1,83	0,221	124	8,95	2,399	94	2,620	96
27 + 28	„ „ „ Stalldünger	1,73	0,233	131	9,11	2,896	113	3,129	114
29 + 30	„ „ „ Harn	1,75	0,224	126	9,70	2,911	114	3,135	115
31 + 32	„ „ „ Kot	1,87	0,222	125	9,37	2,470	96	2,692	97
25 — 32	Durchschnitt	1,80	0,225	127	9,28	2,669	104	2,894	106
33 + 34	Sand, 75 cbm Moor	1,80	0,189	106	8,25	2,235	87	2,424	90
35 + 36	„ 75 „ „ Kalk	1,78	0,238	134	8,86	2,574	101	2,812	103
37 + 38	Sand, 25 cbm Moor	1,75	0,180	101	10,30	2,490	97	2,670	97
39 + 40	„ 25 „ „ Kalk	1,78	0,197	111	9,30	2,454	96	2,651	96
41 + 42	Sand, Moor aus Mahlitz	1,77	0,181	102	8,46	2,182	85	2,363	86
43 + 44	„ „ „ „ Kalk	1,85	0,228	128	8,90	2,399	94	2,627	96
45 + 46	Sand, Hochmoor (j), Kalk	1,88	0,182	102	10,27	2,624	103	2,806	103
47 + 48	Sand, Hochmoor (j), Kalk, Stalldünger	1,73	0,261	147	10,71	3,662	143	3,923	143
49 + 50	Sand, Hochmoor (ä), Kalk	1,88	0,178	100	11,81	2,997	114	3,175	116
51 + 52	Sand, Hochmoor (ä), Kalk, Stalldünger	1,85	0,256	144	9,85	3,106	121	3,362	123
	Freilandversuch.								
I.	Sand, Moor, Kalk	2,05	8,385	146	5,39	35,951	120	44,336	125
II.	Sand, Kalk	2,00	5,730	100	6,11	29,847	100	35,577	100

an Trockensubstanz und an Stickstoff der Versuchsreihen II und IV gegenüber den Versuchsreihen I und III der Gesamtertrag an Asche in diesen Reihen sogar ein wenig niedriger ist.

Dieses muß einer speziellen Eigenschaft des Niederungsmoores zugeschrieben werden, denn, wie aus Tabelle VI ersichtlich, ist dort, wo das stickstoffarme Hochmoor als Düngung angewandt wurde, der prozentische Aschegehalt weit höher als dort, wo stickstoffreiches Niederungsmoor benutzt wurde. Bereits aus diesem Grunde erscheint die Annahme berechtigt, daß der im Niederungsmoor enthaltene Stickstoff düngend gewirkt hat; denn daß eine Düngung mit Stickstoff den Aschegehalt der Ernteprodukte vermindert, ist, wie bereits erwähnt, durch verschiedene Versuche festgestellt worden.

Interessant ist schließlich die Übereinstimmung des auffälligen Aschegehaltes in den Ernteprodukten der Freilandbeete mit dem abweichenden Gehalt an Stickstoff gegenüber dem Gehalt der in den Vegetationsgefäßen geernteten Produkte. Auch hier ist der prozentische Gehalt an Asche in den Körnern weit höher, während der Gehalt in Stroh und Spreu bedeutend niedriger ist.

d) Vergleich der einzelnen Mehrerträge.

Um die durch den vorliegenden Versuch zu lösenden Fragen beantworten zu können, sind im folgenden die Ertragsergebnisse der fraglichen Gefäße zusammengestellt, und zwar sind hierzu der besseren Übersicht wegen die aus Tabelle IV und V gewonnenen Verhältniszahlen benutzt worden. Weil, wie bereits erwähnt, der Ertrag an Stickstoff für den vorliegenden Versuch fast noch wichtiger ist als der Ertrag an Trockensubstanz, sind die Verhältniszahlen der Ernte an Trockensubstanz und an Stickstoff nebeneinander angeführt.

Tabelle VII.

Mehrertrag durch Düngung mit Moorboden.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff
37 + 38	Sand, 25 cbm Moor .	122	124	116	117	118	121
1 + 2	Sand	100	100	100	100	100	100
	Mehrertrag	22 %	24 %	16 %	17 %	18 %	21 %
9 + 10	Sand, 50 cbm Moor .	113	126	113	113	113	120
1 + 2	Sand	100	100	100	100	100	100
	Mehrertrag	13 %	26 %	13 %	13 %	13 %	20 %

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff
33 + 34	Sand 75 cbm Moor .	125	130	130	135	128	132
1 + 2	Sand	100	100	100	100	100	100
	Mehrertrag	25 %	30 %	30 %	35 %	28 %	32 %
41 + 42	Sand, Moor aus Mahlitz	120	124	123	120	122	122
1 + 2	Sand	100	100	100	100	100	100
	Mehrertrag	20 %	24 %	23 %	20 %	22 %	22 %

Die Anwendung des Niederungsmoores aus Dretzel hat also überall einen nicht unbedeutenden Mehrertrag verursacht. Wo eine Düngung von 25 cbm benutzt wurde, ist der Mehrertrag am geringsten, während die Anwendung von 75 cbm Moor pro Hektar den höchsten Mehrertrag erzielt hat. Besonders groß, vor allem bei den Körnern, ist der Unterschied im Mehrertrag aber nicht. Dieses hat seinen Grund mit darin, daß, wie Tabelle III zeigt, Gefäß 33 einen sehr geringen Körnerertrag gab, somit die Mittelzahl verhältnismäßig zu niedrig ist. Auffallend gering ist der Mehrertrag an Körnern bei der Anwendung von 50 cbm Moor pro Hektar. Daß diese Zahl wegen der geringen Ernte im Gefäß 9 zu niedrig ist, zeigt ein Vergleich der düngenden Wirkung dieser Moorgabe, wenn außerdem eine Kalkdüngung ausgeführt wurde (vgl. Tabelle VIII), ferner die Wirkung der Anwendung des im Gehalt an Pflanzennährstoffen wesentlich gleichen Niederungsmoores aus Mahlitz. Um durch Gegenüberstellung von falschen Mittelzahlen nicht auf irrtümliche Schlüsse zu kommen, werden deshalb, wenn es nötig ist, einen Vergleich mit der düngenden Wirkung von 50 cbm Moor pro Hektar anzustellen, im folgenden hierzu nicht die Verhältniszahlen von Gefäß 9 + 10, sondern dafür die Zahlen von Gefäß 37 + 38 benutzt werden.

Tabelle VIII.

Mehrertrag durch Düngung mit Moorboden neben einer Kalkdüngung.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff
39 + 40	Sand, 25 cbm Moor, Kalk .	131	134	126	123	128	129
17 + 18	Sand, Kalk	114	124	113	125	114	124
	Mehrertrag	17	10	13	— 2	14	5
		14,9 %	8,7 %	11,5 %	— 1,6 %	12,3 %	4,3 %

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff
25 + 26	Sand, 50 cbm Moor, Kalk.	143	147	129	130	133	139
17 + 18	Sand, Kalk	114	124	113	125	114	124
	Mehrertrag	29	23	16	5	19	15
		25,4 %	18,5 %	14,2 %	4,0 %	16,7 %	12,1 %
35 + 36	Sand, 75 cbm Moor, Kalk.	159	171	139	144	144	158
17 + 18	Sand, Kalk	114	124	113	125	114	124
	Mehrertrag	45	47	26	19	30	34
		39,5 %	37,9 %	23,0 %	15,2 %	26,3 %	27,4 %
43 + 44	Sand, Moor aus Mahlitz, Kalk	145	150	128	125	133	138
17 + 18	Sand, Kalk	114	124	113	125	114	124
	Mehrertrag	31	26	15	—	19	14
		27,2 %	21,0 %	13,3 %	—	16,7 %	11,3 %
45 + 46	Sand, Hochmoor (j), Kalk .	115	115	121	124	120	119
17 + 18	Sand, Kalk	114	124	113	125	114	124
	Mehrertrag	1	—9	8	—1	6	—5
		0,9 %	—7,8 %	7,1 %	—0,8 %	5,3 %	—4,2 %
49 + 50	Sand, Hochmoor (ä), Kalk .	113	113	122	123	119	114
17 + 18	Sand, Kalk	114	124	113	125	114	124
	Mehrertrag	—1	—11	9	—2	5	—10
		—0,9 %	—9,7 %	8,0 %	—1,6 %	4,4 %	—8,8 %
	Freilandversuch.						
I.	Sand, Moor, Kalk . . .	143	151	136	134	139	148
II.	Sand, Kalk	100	100	100	100	100	100
	Mehrertrag	43 %	51 %	36 %	34 %	39 %	48 %

Obgleich an und für sich die Kalkdüngung den Ertrag nicht unerheblich gehoben hat, hat sich doch noch überall ein Mehrertrag bei gleichzeitiger Anwendung von Moorboden ergeben, und zwar auch hier wieder steigend, je nach der Menge des zur Düngung benutzten Moores. Ganz ähnlich verhalten sich hier die Gefäße, in denen das zum Vergleich dienende Niederungsmoor aus Mahlitz gegeben wurde, ganz verschieden davon aber die Gefäße, in denen der stickstoffarme Hochmoorboden angewandt wurde. Nur beim Stroh- und Spreuertrag hat sich auch hier an Trockensubstanz ein geringer Mehrertrag ergeben,

der in erster Linie wohl der Verbesserung des Bodens in physikalischer Hinsicht zuzuschreiben ist, während bei diesen Gefäßen in allen Ernteprodukten an Stickstoff sogar noch etwas weniger geerntet wurde; dort aber, wo größere Mengen von stickstoffreichem Niederungsmoor angewandt wurden, ist, wie aus Tabelle VII und VIII hervorgeht, nicht allein der Ertrag an Trockensubstanz bedeutend gehoben, sondern auch abgesehen von wenigen Ausnahmen der Ertrag an Stickstoff stets größer als der Ertrag an Trockensubstanz. Auch hiernach erscheint die Annahme berechtigt, daß der erzielte Mehrertrag in erster Linie dem düngenden Einfluß des Stickstoffes im Moorboden zuzuschreiben ist.

Ganz in demselben Sinne hat der Freilandsversuch einen Mehrertrag durch die Anwendung von Moorboden ergeben. Ein Vergleich dieser Zahlen mit den durch die Gefäßversuche gewonnenen Zahlen läßt erkennen, daß der Mehrertrag in dem Freilandbeet erheblich größer ist; er übersteigt sogar noch etwas den in den Gefäßversuchen erzielten Mehrertrag bei Anwendung von 75 cbm Moor pro Hektar, während zu dem Freilandversuch nur 50 cbm pro Hektar benutzt wurden. Diese größere Steigerung im Ertrage kann dadurch erklärt werden, daß in dem Vegetationskasten, der unter denselben Be- und Entwässerungsverhältnissen wie die Erde des benachbarten Feldes stand, die bessere Durchlüftung des Bodens weit mehr Moorsubstanz sich zersetzen ließ. Förderlich hierfür war sicherlich auch der Einfluß von Frost und Hitze, Regen und Sonnenschein, Nässe und Dürre, Einflüsse, die bei den Vegetationsgefäßen mehr oder weniger fortfallen mußten.

Tabelle IX.

Mehrertrag durch Düngung mit Moorboden neben einer Düngung mit tierischen Exkrementen.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff
	a) Stalldünger als Nebendüngung.						
11 + 12	Sand, Moor, Stalldünger . . .	207	220	141	135	159	179
3 + 4	Sand, Stalldünger	151	158	131	148	137	153
	Mehrertrag	56	62	10	— 13	22	26
27 + 28	Sand, Moor, Kalk, Stalldünger .	161	188	152	144	154	167
19 + 20	Sand, Kalk, Stalldünger . . .	135	148	134	163	134	156
	Mehrertrag	26	40	18	— 19	20	11
47 + 48	Sand, Hochmoor (j), Kalk, Stalldünger	180	180	163	147	168	164
19 + 20	Sand, Kalk, Stalldünger . . .	135	148	134	163	134	156
	Mehrertrag	45	32	29	— 16	34	8

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff
51 + 52	Sand, Hochmoor (ä), Kalk, Stalldünger	165	167	150	137	154	153
19 + 20	Sand, Kalk, Stalldünger . . .	135	148	134	163	134	156
	Mehrertrag	30	19	16	— 26	20	— 3
	b) Harn als Nebendüngung.						
13 + 14	Sand, Moor, Harn	159	167	132	151	139	159
5 + 6	Sand, Harn	167	176	124	141	136	159
	Mehrertrag	— 8	— 9	8	10	3	—
29 + 30	Sand, Moor, Kalk, Harn . . .	152	167	144	163	146	165
21 + 22	Sand, Kalk, Harn	161	170	132	156	140	163
	Mehrertrag	— 9	— 3	12	7	6	2
	c) Kot als Nebendüngung.						
15 + 16	Sand, Moor, Kot	131	131	135	125	134	128
7 + 8	Sand, Kot	115	114	113	106	113	111
	Mehrertrag	16	17	22	19	21	17
31 + 32	Sand, Moor, Kalk, Kot	140	150	126	126	129	139
23 + 24	Sand, Kalk, Kot	119	125	116	126	117	125
	Mehrertrag	21	25	10	—	12	14

Wo Stalldünger als Nebendüngung angewandt wurde, ist der durch die Moordüngung hervorgerufene Mehrertrag bedeutend größer, als dort wo Moor allein zur Anwendung kam (vgl. Tabelle VII und VIII). Bei der Anwendung von Harn als Nebendüngung hat sich dagegen dieser große Mehrertrag bei der Körnerproduktion sogar in einen Minderertrag umgekehrt, während bei der Anwendung von Kot als Nebendünger der durch die Moordüngung erzielte Mehrertrag etwas geringer ist als in den Gefäßen, in denen kein Kot als Dünger benutzt wurde. Die Wirkung des Moorbodens bei der Benutzung als Dünger neben einer Anwendung von tierischen Exkrementen hat sich also ganz verschieden herausgestellt. Diese Wirkung ist so voneinander abweichend, daß der erzielte Mehr- bzw. Minderertrag nicht der direkten Wirkung des Moorbodens als Dünger zugeschrieben werden kann, sondern der Moorboden muß indirekt einen verschiedenen Einfluß auf die düngende Wirkung des Stalldüngers, des Harns und des Kots ausgeübt haben. Daß dieses sich so verhält, mögen folgende Zusammenstellungen zeigen:

Tabelle X.

Wirkung des Stalldüngers.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff
	a) Ohne Düngung mit Moorboden.						
3 + 4	Sand, Stalldünger . .	151	158	131	148	137	153
1 + 2	Sand	100	100	100	100	100	100
	Mehrertrag	51	58	31	48	37	53
19 + 20	Sand, Kalk, Stalldünger	135	148	134	163	134	156
17 + 18	Sand, Kalk	114	124	113	125	114	124
	Mehrertrag	21	24	21	38	20	32
	b) Neben einer Düngung mit Moorboden.						
11 + 12	Sand, Moor, Stalldünger	207	220	141	135	159	179
37 + 38	Sand Moor	122	124	116	117	118	121
	Mehrertrag neben Düngung mit Moorboden	85	96	25	18	41	58
	Mehrertrag ohne Düngung mit Moorboden	51	58	31	48	37	53
	Differenz	34	38	— 6	— 30	4	5
27 + 28	Sand, Moor, Kalk, Stalldünger . . .	161	188	152	144	154	167
25 + 26	Sand, Moor, Kalk .	143	147	129	130	133	139
	Mehrertrag neben Düngung mit Moorboden	18	41	23	14	21	28
	Mehrertrag ohne Düngung mit Moorboden	21	24	21	38	20	32
	Differenz	— 3	17	2	— 24	1	— 4
47 + 48	Sand, Hochmoor(j), Kalk Stalldünger . . .	180	180	163	147	168	164
45 + 46	Sand, Hochmoor(j), Kalk	115	115	121	124	120	119
	Mehrertrag neben Düngung mit Hochmoor(j)	65	65	42	23	48	45
	Mehrertrag ohne Düngung mit Moorboden	21	24	21	38	20	32
	Differenz	44	41	21	— 15	28	13

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff
51 + 52	Sand, Hochmoor (ä), Kalk, Stalldünger .	165	167	150	137	154	153
49 + 56	Sand, Hochmoor (ä), Kalk	113	113	122	123	119	114
	Mehrertrag neben Düngung mit Hochmoor(ä)	52	54	28	14	35	39
	Mehrertrag ohne Düngung mit Moorboden	21	24	21	38	20	32
	Differenz	31	30	9	— 24	15	7
27 + 28	Sand, Moor, Kalk, Stalldünger . . .	161	188	152	144	154	167
47 + 48	Sand, Hochmoor(j), Kalk Stalldünger . . .	180	180	163	147	168	164
	Differenz	— 19	8	— 11	— 3	— 14	3
27 + 28	Sand, Moor, Kalk, Stalldünger . . .	161	188	152	144	154	167
51 + 52	Sand, Hochmoor (ä), Kalk, Stalldünger .	165	167	150	137	154	153
	Differenz	— 4	21	2	7	—	14

Tabelle XI.

Wirkung des Harns.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff
	a) neben Düngung mit Moorboden.						
13 + 14	Sand, Moor, Harn .	159	167	132	151	139	159
37 + 38	Sand, Moor	122	124	116	117	118	121
	Mehrertrag	37	43	16	34	21	38
29 + 30	Sand, Moor, Kalk, Harn	152	167	144	163	146	165
25 + 26	Sand, Moor, Kalk .	143	147	129	130	133	139
	Mehrertrag	9	20	15	33	13	26

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff
	b) ohne Düngung mit Moorboden.						
5 + 6	Sand, Harn	167	176	124	141	136	159
1 + 2	Sand	100	100	100	100	100	100
	Mehrertrag ohne Düngung mit Moorboden	67	76	24	41	36	59
	Mehrertrag neben Düngung mit Moorboden	37	43	16	34	21	38
	Differenz	30	33	8	7	15	21
21 + 22	Sand, Kalk, Harn . .	161	170	132	156	140	163
17 + 18	Sand, Kalk	114	124	113	125	114	124
	Mehrertrag ohne Düngung mit Moorboden	47	46	19	31	26	39
	Mehrertrag neben Düngung mit Moorboden	9	20	15	33	13	26
	Differenz	38	26	4	—2	13	13

Tabelle XII.

Wirkung des Kotes.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff
	a) Neben Düngung mit Moorboden.						
15 + 16	Sand, Moor, Kot . .	131	131	135	125	134	128
37 + 38	Sand, Moor	122	124	116	117	118	121
	Mehrertrag	9	7	19	8	16	7
31 + 32	Sand, Moor, Kalk, Kot	140	150	126	126	129	139
25 + 26	Sand, Moor, Kalk .	143	147	130	130	133	139
	Mehrertrag	—3	3	—3	—4	—4	—

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff
	b) Ohne Düngung mit Moorboden.						
7 + 8	Sand, Kot	115	114	113	106	113	111[1]
1 + 2	Sand	100	100	100	100	100	100
	Mehrertrag ohne Düngung mit Moorboden	15	14	13	6	13	11
	Mehrertrag neben Düngung mit Moorboden	9	7	19	8	16	7
	Differenz	6	7	— 6	— 2	— 3	4
23 + 24	Sand, Kalk, Kot . .	119	125	116	126	117	125
17 + 18	Sand, Kalk	114	124	113	125	114	124
	Mehrertrag ohne Düngung mit Moorboden	5	1	3	1	3	1
	Mehrertrag neben Düngung mit Moorboden	— 3	3	— 3	— 4	— 4	0
	Differenz	8	— 2	6	5	7	1

Tabelle X zeigt, daß die düngende Wirkung des Stalldüngers viel geringer gewesen ist ohne Anwendung von Moorboden als dort, wo auch noch Moorerde in die Gefäße gelangte. Bei der Düngung mit Harn (Tabelle XI) ist gerade das entgegengesetzte Verhältnis eingetreten, was auch, freilich in weit geringerem Maße, im vorliegenden Versuche bei der Düngung mit Kot (Tabelle XII) sich herausgestellt hat.

Daß neben Moordüngung sich beim Harn überall ein geringerer Ertrag gezeigt hat, bestätigt die in verschiedenen Versuchen gefundene Tatsache, daß der im Moor vorhandene Humus einen starken, bindenden Einfluß[2] auf den Harnstickstoff auszuüben vermag. Diese ammoniakbindende Kraft ist es, die in erster Linie die große Bedeutung der Torfstreu als Streumaterial verursacht. Die im Versuch hervorgetretene Nebenwirkung des Moorbodens bei der Benutzung als Dünger wird aber weit mehr ein Vorteil als ein Nachteil sein. Wenn auch dort, wo Moorerde in den Boden gekommen ist, ein geringerer Ertrag sich gezeigt hat, so ist es doch sehr wahrscheinlich, daß in den nächsten Jahren hier eine weit bessere Ernte erzielt werden wird als dort, wo der Harnstickstoff eine so starke Zersetzung erlitt, daß er bei der ersten Ernte bereits einen großen Mehrertrag erzielen ließ.

[1] Diese Mittelzahlen sind zu niedrig wegen des geringen Ertrages von Gefäß 8.

[2] Vgl. Stutzer, Die Behandlung und Anwendung des Stalldüngers, Berlin 1903 S. 52.

Das im Versuch gefundene Resultat, daß der Ertrag bei Kotdüngung ohne Moor etwas höher ist als bei ausgeführter Moordüngung, ist wohl in erster Linie der Veränderung des Sandes durch das Moor in physikalischer Hinsicht zuzuschreiben. Durch das Moor ist der Sandboden sicherlich etwas bindiger geworden, wenn auch die Steigerung der Wasserkapazität durch die benutzte Beimischung von Moor nur gering war. In einem bindigen Boden werden aber untergepflügte Kotmassen sich schwerer zersetzen, als in einem lockeren Sandboden, wo eine Art von Verkleisterung der Bodenteilchen mit dem Kot nicht so stark eintreten wird als bei einem bindigen Boden. Hiernach scheint ein Luftzutritt, wie er zur Zersetzung der Kotteilchen nötig ist, in den Gefäßen ohne Moor besser möglich gewesen zu sein. Dieser Unterschied kann beim Einbringen des Stalldüngers in die Gefäße nicht so in Frage gekommen sein, denn beim Stalldünger ist durch die Mischung mit Stroh bereits fast alle Flüssigkeit aufgesogen, so daß eine Verkleisterung nicht eintreten konnte.

Wie Tabelle IX zeigt, ist der durch Düngung mit Moorboden erzielte Mehrertrag weit größer, wenn außerdem Stalldünger zur Anwendung kam. Dieser Mehrertrag ist im vorliegenden Versuche wohl kaum dem Einfluß des Stalldüngers auf das Moor zuzuschreiben, was aber immerhin nicht ausgeschlossen ist, denn durch den Stalldünger gelangen zugleich große Mengen von Bakterien in den Boden, die einen fördernden Einfluß auf die Zersetzung des Moorbodens auszuüben imstande waren.

Zum größten Teil ist wohl aber dieser Mehrertrag dem indirekten Einfluß des Moores auf die Wirkung des Stalldüngers zuzuschreiben. Dieses zeigt uns ein Vergleich der Wirkung des Stalldüngers neben einer Düngung mit Niederungsmoor im Verhältnis zu der Wirkung des Stalldüngers neben einer Düngung mit Hochmoor, wie dieser am Schluß von Tabelle X zu finden ist. Während ohne Stalldünger das Niederungsmoor einen Mehrertrag von 20% (vgl. Tabelle VIII) gegenüber dem Hochmoor ergab, hat der Versuch hier sogar einen kleinen Minderertrag ergeben. Dieser Minderertrag kann durch die Verschiedenheit der Struktur des Hochmoors von der des Niederungsmoors erklärt werden. Am größten ist der geringe Ertrag beim Vergleich mit dem jüngeren Hochmoortorf, der eine viel lockerere Struktur als der mehr zersetzte, in der Struktur dem Niederungsmoor sehr ähnliche ältere Hochmoortorf hat. Die Änderung der physikalischen Verhältnisse durch die Moordüngung scheint es hiernach also in erster Linie zu sein, die eine bessere Wirkung des Stalldüngerstickstoffs im vorliegenden Versuche hervorgerufen hat. Deshalb konnte aber die düngende Wirkung des Stickstoffs im Niederungsmoor nicht hervortreten; die benutzte Stalldüngergabe neben Anwendung von Moor hatte bereits einen Höchstertrag erzielen lassen. Nicht ganz ohne Wirkung erscheint nach den durch den Versuch gefundenen Zahlen der Stickstoffgehalt des Niederungsmoors aber doch nicht geblieben zu sein, denn wir finden auch hier überall bei Benutzung des Niederungsmoors einen Mehrertrag an Stickstoff gegenüber der Anwendung des Hochmoors (vgl. Tabelle X).

Wie aus den Ausführungen hervorgeht, können uns also die vorliegenden Resultate nicht darüber Aufschluß geben, ob eine Düngung mit Moorboden eine bessere

Wirkung hat, wenn außerdem tierische Exkremente zur Anwendung kommen. Wohl aber zeigen uns diese Resultate, welchen Einfluß der Moorboden auf die Wirkung der tierischen Exkremente ausgeübt hat. Dieses ist wichtig für die Verwendung des Moores als Einstreu. Wir sahen, daß durch Düngung mit Harn, bzw. Kot ein größerer Ertrag erzielt wurde in den ohne Moor als in den mit Moor gedüngten Gefäßen. Wurde jedoch Stalldünger, d. h. eine Mischung von Kot, Harn und Stroh gegeben, so war der dadurch erzielte Mehrertrag überall dort viel größer, wo außerdem Moor zur Anwendung kam. Auch hiernach ergibt sich also, wie dieses bereits durch andere Versuche[1] erwiesen ist, daß die Wirkung des Moorbodens als Streumittel eine besonders gute ist, wenn außerdem noch Stroh verwandt wird.

Tabelle XIII.

Vergleich der düngenden Wirkung des Moorbodens mit der der tierischen Exkremente.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff
	a) Vergleich mit der Wirkung des Stalldüngers.						
3 + 4	Sand, Stalldünger .	151	158	131	148	137	153
37 + 38	Sand, 25 cbm Moor .	122	124	116	117	118	121
	Mehrertrag	29	34	15	31	19	32
3 + 4	Sand, Stalldünger. .	151	158	131	148	137	153
33 + 34	Sand, 75 cbm Moor .	125	130	130	135	128	132
	Mehrertrag	26	28	1	13	9	21
19 + 20	Sand, Kalk, Stalldünger	135	148	134	163	134	156
35 + 36	Sand, 75 cbm Moor, Kalk	159	171	139	144	144	158
	Mehrertrag	— 24	— 23	— 5	19	— 10	— 2
35 + 36	Sand, 75 cbm Moor, Kalk	159	171	139	144	144	158
3 + 4	Sand, Stalldünger. .	151	158	131	148	137	153
	Mehrertrag	8	13	8	— 4	7	5

[1] Vgl. Stutzer a. a. O. S. 129.

Nummer der Gefäße	Inhalt	Körner		Stroh und Spreu		Gesamtertrag	
		Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff	Trocken-substanz	Stickstoff
	b) Vergleich mit der Wirkung des Harns.						
5 + 6	Sand, Harn	167	176	124	141	136	159
37 + 38	Sand, 25 cbm Moor .	122	124	116	117	118	121
	Mehrertrag	45	52	8	24	18	38
5 + 6	Sand, Harn	167	176	124	141	136	159
33 + 34	Sand, 75 cbm Moor .	125	130	130	135	128	132
	Mehrertrag	42	46	— 6	6	8	27
21 + 22	Sand, Kalk, Harn . .	161	170	132	156	140	163
35 + 36	Sand, 75 cbm Moor, Kalk	159	171	139	144	144	158
	Mehrertrag	2	— 1	— 7	12	— 4	5
	c) Vergleich mit der Wirkung des Kotes.						
7 + 8	Sand, Kot	115	114	113	106	113	111
37 + 38	Sand, 25 cbm Moor .	122	124	116	117	118	121
	Mehrertrag	— 7	— 10	— 3	— 11	— 5	— 10
7 + 8	Sand, Kot	115	114	113	106	113	111
33 + 34	Sand, 75 cbm Moor .	125	130	130	135	130	132
	Mehrertrag	— 10	— 16	— 17	— 29	— 15	— 21
23 + 24	Sand, Kalk, Kot . .	119	125	116	126	117	125
39 + 40	Sand, 75 cbm Moor, Kalk	131	134	126	123	128	129
	Mehrertrag	— 12	— 9	— 10	3	— 11	— 4
23 + 24	Sand, Kalk, Kot . .	119	125	116	126	117	125
31 + 32	Sand, 50 cbm Moor, Kalk	140	147	126	130	129	139
	Mehrertrag	— 21	— 22	— 10	— 4	— 12	— 14
23 + 24	Sand, Kalk, Kot . .	119	125	116	126	117	125
35 + 36	Sand, 75 cbm Moor, Kalk	159	171	139	144	144	158
	Mehrertrag	— 40	— 46	— 23	— 18	— 27	— 33

Diese Zusammenstellungen geben uns einen Vergleich zwischen der Wirkung der einzelnen im Versuch benutzten stickstoffhaltigen Düngemittel. Zu diesen darf wohl nach dem vorliegenden Resultat auch der Moorboden gerechnet werden. Zugleich sehen wir aus dieser Tabelle, in wie verschiedener Weise der Kalk auf die einzelnen Düngemittel gewirkt hat. Während beim Stalldünger und beim Harn der Kalk den Ertrag bedeutend herabgedrückt hat, finden wir, daß durch eine Kalkdüngung der Kotstickstoff, in weit bedeutenderem Maße aber der Moorstickstoff in seiner Wirksamkeit gehoben ist. Der im Moor enthaltene Stickstoff unterliegt also noch schwerer der Zersetzung als der im Kot enthaltene Stickstoff.

Trotzdem zeigte es sich, daß der Moorstickstoff der Wirkung des Stalldüngerstickstoffs gleichkommen kann, wenn eine größere Menge von Moor neben Kalk als Düngung benutzt wird. Wie nämlich aus Tabelle XIII a zu sehen ist, hat im vorliegenden Versuch eine Düngung mit 75 cbm Niederungsmoor neben einer Kalkdüngung eine ganz ähnliche Wirkung erzielt als eine Düngung mit 200 dz Stalldünger pro Hektar. Sehen wir von allen andern Umständen ab, die einen Mehrertrag mit herbeigeführt haben können, wie z. B. von der Verbesserung des Sandbodens durch das Moor in physikalischer Hinsicht, dann ist erwiesen, daß im ersten Jahre 0,35 g Stalldüngerstickstoff eine ganz ähnliche Wirkung hatten wie 13,51 g Niederungsmoorstickstoff. Es haben hiernach also bei der Ernte des ersten Jahres 2,6 Teile Stickstoff im Stalldünger dieselbe Wirkung gehabt wie 100 Teile Stickstoff im Moor.

Schlußfolgerungen.

Es hat sich im vorliegenden Versuche gezeigt, daß — abgesehen von den Nebenwirkungen, die das Moor auf die tierischen Exkremente, wenn diese zur Düngung verwendet werden, ausübt — bei allen Gefäßen je nach der Größe der angewandten Moormenge eine Steigerung im Gesamtertrage an Trockensubstanz von 13 % bis zu 28 %, an Stickstoff von 20 % bis 32 % eingetreten ist (vgl. Tabelle VII). Neben einer Kalkdüngung bei Benutzung von 75 cbm Moor pro Hektar stieg der Mehrertrag im Körnerertrage sogar auf 39,5 %. Ein noch besseres Resultat zeigte sich bei dem Freilandversuch, wo in dem Versuchskasten mit Moor im Gesamtertrage an Trockensubstanz 39 %, an Stickstoff 48 % mehr als in dem Kasten ohne Moor geerntet wurde (vgl. Tabelle VIII).

Es ist nicht zulässig, diese Ertragssteigerung zum größten Teil der Verbesserung des Sandbodens durch das Moor in physikalischer Hinsicht zuzuschreiben. Dieses zeigt uns ein Vergleich mit der Wirkung des in gleicher Menge angewandten, stickstoffarmen Hochmoorbodens. Während in den mit Hochmoor gedüngten Gefäßen gegenüber denen ohne Moor im Mittel an Trockensubstanz nur 4,9 % mehr, an Stickstoff dagegen 6,5 % weniger und schließlich an Asche 5,8 % mehr im Gesamtertrage geerntet ist, finden wir in den mit Niederungsmoor gedüngten Gefäßen im Gesamtertrage eine Steigerung an

Trockensubstanz bis zu 26,3 % und an Stickstoff bis zu 27,4 % (vgl. Tabelle VIII); ein Mehrertrag an Asche dagegen wurde auch hier nicht erzielt (vgl. Tabelle VI). Die düngende Wirkung des Hochmoorbodens ist also verschwindend klein gewesen, das Niederungsmoor dagegen hat auf den Ernteertrag und auf den Gehalt desselben in analoger Weise gewirkt wie eine Düngung mit in der Praxis gebräuchlichen stickstoffhaltigen Düngemitteln.

Wie groß nun im vorliegenden Versuche die Ausnutzung des Moorstickstoffes durch die Pflanzen war, zeigen uns die in Tabelle V zusammengestellten Berechnungen. Sieht man, wie bei diesen Berechnungen, von den durch das Moor in das Gefäß gelangten Stickstoffteilen ab, so ergibt sich in den mit Niederungsmoor gedüngten Gefäßen eine Mehrausnutzung an Stickstoff von 1,10 % bis zu 2,27 % im Verhältnis zu den entsprechenden Gefäßen ohne Moor (vgl. Tabelle V).

Genau genommen braucht aber nicht unbedingt diese Mehrausnutzung ein Mehrgewinn an Stickstoff zu sein, der allein dem Moorstickstoff entstammt. Es liegt auch die Möglichkeit vor, daß einen Teil hiervon die Pflanzen dem Sandboden entnommen haben, indem infolge der Verbesserung des Sandes, z. B. in physikalischer Hinsicht, in den mit Moor gedüngten Gefäßen sich die Pflanzen besser entwickeln und so den Stickstoffvorrat des Sandbodens besser ausnutzen konnten. Daß der hierdurch verursachte Mehrgewinn an Stickstoff verschwindend klein ist, zeigt uns ein Vergleich der mit Niederungsmoor gedüngten mit den mit Hochmoor gedüngten Gefäßen. In letzteren beträgt der Mehrgewinn an Stickstoffteilen im Verhältnis zu den entsprechenden Gefäßen ohne Moor im Mittel 0,1 %, in den mit gleicher Menge Niederungsmoor gedüngten dagegen im Mittel 1,29 %, in den mit 75 cbm Niederungsmoor gedüngten sogar im Mittel 2,17 % (vgl. Tabelle V). Dieser große Unterschied zwischen dem Hoch- und Niederungsmoor ergibt also, daß der Mehrgewinn an Stickstoffteilen beim Niederungsmoor so gut wie ganz dem wirksamen Stickstoffgehalt des Moores zugeschrieben werden muß.

Es ist vielleicht interessant, noch eine Berechnung darüber zu bringen, wie hoch sich 1 cbm Niederungsmoor aus Dretzel im vorliegenden Versuch bewertet hat. Dieses ergibt sich aus dem erzielten Mehrertrage gegenüber den Gefäßen ohne Moor. Wir greifen zu dieser Berechnung die Gefäße heraus, bei denen die geringste Moorgabe von 25 cbm, und ferner die Gefäße, bei denen die höchste Moorgabe von 75 cbm pro Hektar zur Anwendung kam. Gegenüber den ungedüngten Gefäßen 1 und 2 wurde im ersten Jahre nach Ausführung der Moordüngung folgender Mehrertrag erzielt:

1. Durch eine Düngung mit 25 cbm Moor in den Gefäßen 37 und 38:

an Körnern . . .	1,83 g pro Gefäß	= 5,50 dz pro Hektar, à dz Roggen	M. 14,—	=	M.	77,00
an Stroh und Spreu	3,23 g „ „	= 9,70 „ „ „ „ „ Stroh	„ 2,—	=	„	19,40
Ertrag pro Hektar für 1 Jahr von 25 cbm Moor				=	M.	96,40
„ „ „ „ 1 „ „ 1 „ „				=	„	**3,86**

2. Durch eine Düngung mit 25 cbm Moor neben einer Kalkdüngung in den Gefäßen 39 und 40:

an Körnern . . . . 2,60 g pro Gefäß = 7,81 dz pro Hektar = M. 109,34
an Stroh und Spreu 5,45 g „ „ = 16,37 dz „ „ = „ 32,74

Ertrag pro Hektar für 1 Jahr von 25 cbm Moor und 25 dz Kalk = M. 142,08
25 dz Kalk, à dz M. 1,20 = „ 30,00

Ertrag pro Hektar für 1 Jahr von 25 cbm Moor = M. 112,08
„ „ „ „ 1 „ „ 1 „ „ = „ **4,48**

3. Durch eine Düngung mit 75 cbm Moor in den Gefäßen 33 und 34:

an Körnern . . . . 2,05 g pro Gefäß = 6,16 dz pro Hektar = M. 86,24
an Stroh und Spreu 6,15 g „ „ = 18,47 dz „ „ = „ 36,94

Ertrag pro Hektar für 1 Jahr von 75 cbm Moor = M. 123,18
„ „ „ „ 1 „ „ 1 „ „ = „ **1,64**

4. Durch eine Düngung mit 75 cbm Moor neben einer Kalkdüngung in den Gefäßen 35 und 36:

an Körnern . . . . 4,93 g pro Gefäß = 14,80 dz pro Hektar = M. 207,20
an Stroh und Spreu 8,07 g „ „ = 24,23 dz „ „ = „ 48,46

Ertrag pro Hektar für 1 Jahr von 75 cbm Moor und 25 dz Kalk = M. 255,66
25 dz Kalk, à dz M. 1,20 = „ 30,00

Ertrag pro Hektar für 1 Jahr von 75 cbm Moor = M. 225,66
„ „ „ „ 1 „ „ 1 „ „ = „ **3,00**

Nach diesen Berechnungen ist der aus dem Mehrertrag sich ergebende Geldwert für 1 cbm Niederungsmoor bei einer Düngung mit 25 cbm weit höher als bei einer Gabe von 75 cbm Moor. Dieses hat seinen Grund darin, daß allein der Erfolg des ersten Jahres vorliegt; wie wir sahen, konnte während dieser Zeit nur ein kleiner Teil des Moorstickstoffs durch die Pflanzen ausgenutzt werden. Trotz der Einschränkung des Wertes solcher Berechnungen zeigen uns die vorliegenden doch ein wichtiges Moment, nämlich daß der erzielte Mehrertrag für 1 cbm Moor stets viel höher war, wenn außerdem Kalk zur Anwendung kam. Bei einer Düngung mit 75 cbm Moor ergab sich hierdurch im vorliegenden Versuche fast eine Verdoppelung des Wertes. Die Düngung mit stickstoffhaltigem Moor hat sich also als viel rentabler erwiesen zusammen mit einer Kalkdüngung.

Schluß.

Es ist natürlich nicht berechtigt, die Resultate dieses Versuches ohne weiteres auf andere Verhältnisse zu übertragen. Um ein gutes Vergleichsmaterial zu erhalten,

mußten zum Versuche die verschiedenen Moorböden erst vollkommen lufttrocken gemacht werden. Hierdurch tritt nach den Untersuchungen von Neßler[1] eine Veränderung des Moorstickstoffs ein, wie dieses durch eine geringe Zunahme der Löslichkeit desselben in Säuren sich nachweisen ließ. Ein Trocknen des Bodens in der Weise, wie zum Versuche, ist für praktische Verhältnisse nicht immmer möglich. Es wird aber ein Ersatz hierfür, womöglich noch in besserer Weise erreicht werden können, wenn vor der Verwendung desselben das Moor mit Kalk gemischt auf Haufen gebracht, somit ein Abtrocknen desselben im Sommer und ein Durchfrieren im Winter erreicht wird. Hierdurch wird nicht nur eine Veränderung des Moorstickstoffs herbeigeführt, nebenbei werden auch noch die Transportkosten für das Moor geringer, weil der Wassergehalt abnimmt.

Bestätigt ein Versuch mit solchem Material die Resultate der vorliegenden Untersuchungen, so ist damit bewiesen, daß das Niederungsmoor, abgesehen von der wichtigen Quelle an Humus, auch zu einer wertvollen Stickstoffquelle werden kann. Dann wird es nicht mehr berechtigt sein, solchen Moorboden, wenn sonst andere Brennmaterialien zu angemessenem Preise zu beschaffen sind, zu Heizungszwecken zu verwenden, wie es in verschiedenen Wirtschaften jetzt der Fall ist, sondern es wird in vielen Fällen die Benutzung des Moores zur Düngung des Ackerlandes vorteilhafter sein. Diese Verwendung des Moores kann einmal derart erfolgen, daß man es zum Aufsaugen von Jauche oder von wertvollen Abflußwässern benutzt oder dadurch, daß man es direkt zur Verbesserung des Ackerlandes auf dasselbe aufbringt und mit demselben vermischt. Soll hiermit eine Bereicherung des Bodens an Pflanzennährstoffen erzielt werden, so wird man sich vorher aber erst vergewissern müssen, ob der Boden ein stickstoffreiches Niederungsmoor oder ein an Pflanzennährstoffen armes Hochmoor ist.

Es ist aber von großer wirtschaftlicher Bedeutung, daß der im Moorboden gebundene Stickstoff nicht vollkommen wertlos in die Luft entweicht, wie es bei der Verwendung als Brennmaterial geschieht, sondern daß er für Kulturpflanzen nutzbar gemacht wird. Auch der in den Steinkohlen enthaltene Stickstoff blieb früher bei der Leuchtgasfabrikation und bei der Koksgewinnung ohne jede wirtschaftliche Verwertung; jetzt gewinnt man aus ihm ein sehr wertvolles Düngemittel, das schwefelsaure Ammoniak, dessen Herstellung vielfach die vorher fragliche Rentabilität der Koksbrennereien erst ermöglichte. Für das schwefelsaure Ammoniak werden im Deutschen Reiche zurzeit jährlich 30 Millionen Mark[2] ausgegeben, trotzdem die Steinkohlen im Mittel nur 0.8 % Stickstoff enthalten, während der Stickstoffgehalt der Niederungsmoore 2 bis 3 % beträgt.

[1] Jahresbericht für Agrikulturchemie 1887 S. 330. — Neßler, Über die Löslichkeit der wertvollen Bestandteile des Torfes.

[2] Wagner, Die Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak, Berlin 1903 S. 1.

Anhang.

Die Untersuchungsmethoden.

Sämtliche Analysen wurden in dem Laboratorium des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle ausgeführt, und zwar wurden alle Untersuchungen mindestens doppelt durchgeführt. Als zulässige Fehlergrenze wurde 0,2 % angenommen; bei den Stickstoffbestimmungen wurde 0,3 ccm Natronlauge als höchste zulässige Differenz betrachtet.

1. Die Bodenuntersuchungen.

Die mechanische Bodenanalyse wurde mit dem Kühnschen Schlämmzylinder ausgeführt. Der Glühverlust des Sandes wurde durch vorsichtiges Glühen des lufttrocknen Bodens bis zum konstanten Gewicht bestimmt. Zur Trockensubstanzbestimmung wurden die einzelnen Substanzen in den hierzu gebräuchlichen Gefäßen im Wassertrockenschrank bei 97 bis 99 ° C so lange getrocknet, bis konstantes Gewicht eintrat. Vom Moorboden wurden zu dieser Bestimmung 3 g, vom Sandboden 10 g benutzt.

Die Bestimmung des Stickstoffgehaltes erfolgte nach der Kjeldahlschen Methode.

Zur chemischen Bodenanalyse wurden vom Sandboden 100 g in kleinen Portionen geglüht, nach eingetretener Rotfärbung mit 200 ccm konzentrierter Salzsäure übergossen und drei Stunden unter öfterem Schütteln im kochenden Wasserbade digeriert. Durch Filtrieren und Auswaschen des so behandelten Bodens wurden dann die in Salzsäure unlöslichen und die in Salzsäure löslichen Teile getrennt. Beim Moorboden wurde die erhaltene Asche von 10 g (beim Hochmoor von 100 g) mit heißer konzentrierter Salzsäure übergossen und dann filtriert. Der ausgewaschene Rückstand auf dem Filter ergab die in Salzsäure unlöslichen Bestandteile. Mit dem Filtrat wurde dann weiter zur Ermittlung der einzelnen Aschenbestandteile nach den bei König[1] vorgeschriebenen Methoden verfahren. Von einer Bestimmung der Alkalien im Moorboden wurde hierbei abgesehen, da im Moor dieser Gehalt immer nur sehr gering ist und diese Aschenbestandteile im vorliegenden Versuche deshalb ganz unberücksichtigt blieben.

Die Bestimmung der Wasserkapazität der verschiedenen Bodenmischungen geschah nach der im hiesigen landwirtschaftlichen Institut gebräuchlichen Methode mittels 17 cm hohen und 3 cm weiten Zinkkästen. Diese Kästen, deren Boden aus sehr engmaschiger Gaze besteht, wurden mit den durch das 2 mm-Sieb gebrachten Bodenmischungen möglichst gleichmäßig gefüllt und solange 1 cm hoch in Wasser gestellt, bis das Eintreten des konstanten Gewichtes zeigte, daß der Boden vollkommen mit Wasser gesättigt war.

2. Die Düngeruntersuchungen.

Die Stickstoffbestimmungen im Stalldünger, Kot und Harn wurden an demselben Tage, wo diese Düngemittel in die Gefäße gebracht wurden, im frischen Zustande an-

[1] König, Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe, Berlin 1906 S. 21 ff.

gesetzt. Außerdem wurden vom Stalldünger und Kot ein größeres Quantum mit 20 %iger Weinsäure übergossen und getrocknet. In dem so gewonnenen Material wurde dann nochmals der Stickstoff und außerdem der Gehalt an den wichtigsten Aschebestandteilen bestimmt nach den Methoden, die bei König[1] näher angegeben sind. Hiernach wurden auch die künstlichen Düngemittel untersucht.

3. Die Untersuchungen des geernteten Roggens.

Die Körner wurden zur Untersuchung vorher auf einer kleinen Handmühle geschroten. Zur Asche- und Trockensubstanzbestimmung wurden 2 g, zur Stickstoffbestimmung 1 g Substanz benutzt.

Das vorher zu Häcksel zerschnittene Stroh wurde zur Untersuchung mit der Spreu gut gemischt und dann bei 60 bis 70° C vorgetrocknet. Nachdem der Gewichtsverlust nach längerem Stehen an der Luft festgestellt war, wurde die Probe auf einer Exzelsiormühle fein gemahlen und dann in gut verschlossene Gefäße gebracht. Zur Trockensubstanzbestimmung im Stroh und Spreu wurden 3 g, zur Asche- und Stickstoffbestimmung 1 g Substanz benutzt.

Weil es sich bei der Bestimmung des Stickstoffgehaltes in den Körnern und im Stroh und Spreu nur um geringe Unterschiede handelte, wurde zum Zurücktitrieren der Schwefelsäure, durch welche das nach Kjeldahl erhaltene Ammoniak aufgefangen wurde, eine etwa um die Hälfte schwächere Natronlösung als gewöhnlich verwendet. Von derselben entsprach 1 ccm NaOH = 0,001423 g Stickstoff. Jede Analyse wurde mindestens doppelt ausgeführt, auch durften beide Bestimmungen, wenn sie verwendet werden sollten, höchstens um 0,3 ccm an verbrauchter Natronlösung entsprechend 0,004269 g Stickstoff untereinander abweichen.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Seiner Exzellenz dem Wirklichen Geheimen Rat Herrn Professor Dr. Julius Kühn meinen Dank auszusprechen für das meiner Arbeit entgegengebrachte Wohlwollen, sowie für die Beschaffung des als Versuchsmaterial dienenden Sandbodens. Zu ganz besonderem Danke bin ich Herrn Professor Dr. Paul Holdefleiß verpflichtet, sowohl für die Anregung zu der Arbeit, als auch für die bei der Ausführung derselben zu jeder Zeit gütigst gewährte Unterstützung und Förderung durch vielfach erteilte Ratschläge.

Dank bin ich auch dem Herrn Rittmeister d. R. von Ostau und dem Herrn Major a. D. von Katte schuldig, die mich bei der Beschaffung des Moorbodens in gütiger Weise unterstützten und so zum Zustandekommen der vorliegenden Arbeit beitrugen.

---

[1] a. a. O. S. 118 ff.

Lebenslauf.

Ich, Kurt Ferdinand Gottfried Herrmann, Sohn des Gymnasialdirektors Herrmann, wurde geboren am 6. Juli 1881 zu Hannover. Meine Schulausbildung erhielt ich auf dem Kaiser-Wilhelms-Gymnasium zu Hannover und auf dem Gymnasium zu Lingen, an dem ich Ostern 1900 das Abiturientenexamen bestand. In den Jahren 1900 und 1901 war ich praktisch zur Erlernung der Landwirtschaft auf zwei Gütern der Provinz Hannover tätig. Ostern 1902 bezog ich zum Studium der Landwirtschaft die Universität Halle. Im Sommer 1905 bestand ich hier die landwirtschaftliche Staatsprüfung und das kulturtechnische Examen. Von Oktober 1905 bis dahin 1906 genügte ich meiner Militärpflicht als Einjährig-Freiwilliger.

Während meines Studiums hörte ich Vorlesungen bei folgenden Herren Professoren und Dozenten: Baumert, Bode, Buhlert, Conrad, Disselhorst, Dorn, Ebbinghaus, Eltzbacher, Fischer, v. Fritsch, Grenacher, Holdefleiß, Klebs, Kühn, Müller, Nachtweh, Rabe, Riehl, Sommerlad, Volhard, Vorländer, Walter.

An praktischen Übungen nahm ich teil bei den Professoren: Bode, Conrad, Dorn, v. Fritsch, Holdefleiß, Klebs, Kühn, Nachtweh, Volhard.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle allen meinen verehrten Herren Lehrern meinen herzlichsten Dank auszusprechen.